

# Tietomallipohjaisen suunnittelu- ja rakentamisprosessin Inframodel3-pilotti

PILOTTIPROJEKTIN LOPPURAPORTTI





Tietomallipohjaisen suunnittelu- ja  
rakentamisprosessin  
Inframodel3-pilotti

Pilottiprojektin loppuraportti

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 17/2015

*Kannen kuva: Liikenneviraston kuva-arkisto*

Verkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-077-3

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

**Tietomallipohjaisen suunnittelu- ja rakentamisprosessin Inframodel3-pilotti – Pilottiprojektin loppuraportti.** Liikennevirasto, suunnitteluosasto. Helsinki 2015. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 17/2015. 45 sivua ja 2 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-077-3.

**Avainsanat:** infrastruktuuri, mallintaminen, suunnittelu, rakentaminen

## Tiivistelmä

Alalla on tapahtunut lähivuosien aikana suuria muutoksia. Suurimpana vaikuttajana on ollut vuonna 2010 aloitettu InfraFINBIM-kehityshanke. Siinä määriteltiin alussa visio että suuret infran haltijat tilaavat vuonna 2014 pääsääntöisesti vain mallipohjaista palvelua.

Liikennevirasto on tehnyt päätöksen että heidän projekteissa käytetään Inframodel3-tiedonsiirtoformaattia vuonna 2014. Formaattia kehitettiin ja testattiin InfraFINBIM kehityshankkeen aikana, mutta kuitenkin laajempi testaus suuressa rakennushankkeessa läpi projektin jäi tekemättä.

Liikennevirasto aloitti tämän kehitystyön alkuvuodesta 2014 ja pilottikohte sijoittuu Kokkola–Ylivieska kaksoisraide projektilla olevaan Riippa–Eskola RU2 ST -urakkaan. Urakoitsijana kohteessa toimii Destia Oy. Työn laajuudeksi valittiin Inframodel3-tiedonsiirtoformaatin testaamisen lisäksi InfraFINBIM:ssä tehtyjen ohjeistuksien kommentointi. Näin haluttiin varmistaa niiden toimivuus ja kehittää toimintatapoja, joilla voidaan yhtenäistää toimintatapoja ja parantaa tuottavuutta.

Suunnittelijat tekivät pilottikohteesta Inframodel3 muodossa olevat toteutusmallit (väylä ja kuivatusrakenteet) InfraFINBIM:n ohjeistuksen pohjalta. Lisäksi silloista tehtiin IFC muodossa olevat siltamallit Liikenneviraston ohjeistuksen mukaisesti.

Toteutusmalliaineisto toimitettiin urakoitsijalle, joka hyödynsi sitä omassa prosessissaan mahdollisimman laajasti. Työkoneautomaation hyödyntäminen oli urakoitsijalla jo vakiintunut tapa toteuttaa kohteita. Kuitenkin yhteisen Inframodel3-tiedonsiirtoformaatin hyödyntäminen oli uutta. Lisäksi alan tuottavuuden lisäämiseksi kehitettiin tietomallipohjaista laadunvalvontaa.

Pilotin aikana havaittiin että tiedonsiirtoformaatti ja ohjeistus ovat pääasiassa kunnossa osalla toimijoista, mutta uuden tekniikan hyödyntäminen ei ole vielä vakiintunut. Tämä ilmeni niin, ettei kaikissa ohjelmistoissa ei ollut tukea Inframodel3-formaatille ja ohjeistus ei kaikilta osin vastannut kaikkiin kysymyksiin joita tuli ilmi pilotin aikana. Alan nopean kehityksen vuoksi kuitenkin pilotin aikana moni asia kehittyi ja Inframodel3 – muodossa tuotettu aineisto saatiin siirrettyä suoraan työkoneautomaation ja työnjohdon sekä valvojien käyttöön. Mielestämme nykytasolla väylän maarakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa voidaan edellyttää Inframodel3-tiedonsiirtoformaatin käyttämistä. Tässä pilotissa testatut keskeiset ohjelmistot ja työkoneohjausjärjestelmät toimivat tuotannossa Inframodel3 formaattia hyödyntäen.

Mallipohjaista laadunvalvontaa kehitettiin yhteistyössä tilaajaorganisaation kanssa Lean-periaatteita noudattaen. Käytännössä tämän havaittiin johtavan rakentamisen aikaisten kone työn virheiden selkeään vähenemiseen kun toteutus menee kerralla oikein -periaatteella. Valvojat pitivät uutta toimintaa läpinäkyvänä ja rakentamisen laatua parempana verrattuna aikaisempiin kokemuksiinsa.

Toteumamallia kehitettiin pilotin tulosten ja haastattelututkimuksen avulla, näin saatiin määritettyä alalle lähtötilanne. Toteumamallin käyttöönotto havaittiin tärkeäksi ja sen kehittämiseen tulisi panostaa lähiaikoina.

**Inframodel3-pilotprojektet för en BIM-baserad planerings- och byggprocess – Slutrapport om pilotprojektet.** Trafikverket, planeringsavdelningen. Helsingfors 2015. Trafikverkets undersökningar och utredningar 17/2015. 45 sidor och 2 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-077-3.

## Sammandrag

Under senaste år har stora förändringar skett inom branschen. Utvecklingsprojektet InfraFINBIM, som startades 2010, är den största bidragande faktorn till dessa förändringar. I början av projektet uttrycktes en vision om att stora infrastrukturförvaltare i huvudsak beställer service endast utifrån denna modell 2014.

Trafikverket har beslutat att dataöverföringsformatet Inframodel3 används i deras projekt 2014. Formatet utvecklades och testades inom ramen för utvecklingsprojektet InfraFINBIM, men det testades inte från början till slutet av ett stort byggprojekt.

Trafikverket inledde detta utvecklingsarbete i början av 2014 och pilotobjektet utgörs av-entreprenaden Riippa-Eskola RU2 ST i anslutning till projektet för ett dubbelspår mellan Karleby och Ylivieska. Destia Ab fungerar som entreprenör vid objektet. Det fastställdes att arbetet skulle omfatta att testa dataöverföringsformatet Inframodel3- och därtill att ge kommentarer på de anvisningar som utarbetats inom ramen för InfraFINBIM. Målet var att säkerställa deras funktion och utveckla praxis för att harmonisera förfaringssätten och förbättra effektiviteten.

Planerarna utarbetade produktionsmodeller i Inframodel3-format (leden och dräneringskonstruktionerna) utifrån InfraFINBIM-anvisningarna. Därtill utarbetades modeller i IFC-format av broarna enligt Trafikverkets anvisningar.

Materialet i produktionsmodellerna skickades också till entreprenören, som i så stor utsträckning som möjligt drog nytta av det i de egna processerna. Att dra nytta av arbetsmaskin-automatisering var redan etablerad praxis hos entreprenören. Att använda det nya dataöverföringsformatet Inframodel3- var dock en ny sak. Därtill utvecklades kvalitetsövervakningen av BIM-baserade konstruktioner för att förbättra produktiviteten inom branschen.

Pilotprojektet visade att ärenden som gäller dataöverföringsformatet och anvisningarna till största del är i ordning hos en del aktörer, men utnyttjandet av den nya tekniken har inte ännu etablerats. Detta visade sig genom att alla programvaror inte stödde Inframodel3-formatet och att anvisningarna inte innehöll svar på alla frågor som väcktes under pilotprojektets gång. På grund av den snabba utvecklingen inom branschen utvecklades dock många saker under pilotprojektets gång och material som producerats i Inframodel3-format kunde överföras för omedelbar användning av såväl arbetsledningen som övervakarna samt också i arbetsmaskin-automatiseringen. Vi anser att man på nuvarande nivå kan förutsätta att dataöverföringsformatet Inframodel3 används i planeringen och anläggandet av markkonstruktioner vid leder. De viktigaste programvarorna och systemen för styrning av arbetsmaskiner som testades inom ramen för detta pilotprojekt använder Inframodel3-formatet i produktionen.

Den modellbaserade kvalitetsövervakningen utvecklades tillsammans med beställarorganisationen med beaktande av Lean-principerna. I praktiken observerades det att detta ledde till klart mindre misstag i maskinarbetet under byggfasen då genomförandet sker enligt rätt med en gång-principen. Övervakarna anser att den nya verksamheten är transparent och att byggkvaliteten förbättrats jämfört med tidigare.

Relationsmodellen utvecklades utifrån resultaten av pilotprojektet och intervjuundersökningar, vilket fastställde ett utgångsläge för branschen. Det observerades att det är viktigt att ta i bruk relationsmodeller och satsa på utvecklingen av dessa under den närmaste tiden.

**Final report of Inframodel3 pilot project for data modelling-based planning and construction process.** Finnish Transport Agency, Planning Department. Helsinki 2015. Research reports of the Finnish Transport Agency 17/2015. 45 pages and 2 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-077-3.

## Summary

Major changes have occurred in the sector in recent years. In this respect, one of the key factors has been the InfraFINBIM development project begun in 2010. Initially, this was based on the vision that large infra-owners would mainly order only modelbased services in 2014.

The Finnish Transport Agency had decided that the Inframodel3 data-transfer format would be used in its projects in 2014. This format was developed and tested during the InfraFINBIM development project, but no project-length, broader-based testing was performed on a large construction venture.

The Finnish Transport Agency began the development work in early 2014 and the subject of the pilot forms part of the Riippa–Eskola RU2 ST contract under the Kokkola–Ylivieska double-track project. Destia Oy is the contractor at the location. In addition to the testing of Inframodel3 data transfer, the scope of the work was to include comments on the InfraFINBIM instructions. The purpose of this was to verify that the instructions worked well and to develop practices on whose basis various approaches to such work could be unified and productivity could be improved.

The planners created implementation models of the pilot site in the Inframodel3 format (route and drainage structures), in line with the InfraFINBIM instructions. In addition, bridge models were created in IFC format, in accordance with the instructions of the Finnish Transport Agency.

The implementation model material was delivered to the contractor, which made the widest possible use of the material in its own processes. For the contractor, use of earth mover automation was already an established practice at work sites. However, making use of the shared Inframodel3 data transfer format was a new departure. Data modelling-based quality control was also developed in order to raise productivity in the sector.

During the pilot, it was noted that the data transfer format and instructions were, in the main, well in hand among some of the actors, but the latter had yet to fully adopt the use of the new technology. This was evident in the fact that not all of the software used supported the Inframodel3 format and the instructions did not answer all of the questions that arose during the pilot. However, due to rapid development in the sector, many issues were developed during the pilot and material produced in the Inframodel3 format was directly transferred for use in earth mover automation and by the management and supervisors at the work site. In our opinion, use of the Inframodel3 data transfer format could be made a requirement for the planning and implementation of earthworks for the route. The key software and earth mover control systems tested in this pilot made use of the Inframodel3 format during production.

Model-based quality control was developed in cooperation with the customer organisation, applying the Lean principle. It was observed in practice that this led to a clear reduction in errors in construction work performed by machines, when implementation was performed in line with the first-time-right principle. The supervisors regarded the new approach as transparent and the quality of construction as an improvement on their previous experiences.

An implementation model was developed on the basis of the pilot's results and an interview-based survey; a baseline for the sector was defined accordingly. It was affirmed that adoption of the implementation model was important and that efforts should be made to develop it in the near future.

## Esipuhe

Tämän projektin tavoitteena oli osoittaa, missä laajuudessa IM3-muotoisen rakenne-mallin hyödyntäminen on mahdollista mallipohjaisesti suunnittelu-, toteutus-, laadunvarmistus- ja kunnossapitoprosessissa. Tavoitteena oli myös testata mallipohjaisen suunnitelma-aineiston hyödyntämistä IM3-formaatin, mallinnusohjeiden ja -vaatimusten sekä nimikkeistön osalta.

Lisäksi tavoitteena oli selvittää, mitä mahdollisia puutteita IM3-formaatissa tuotetun toteutusmallin hyödyntämisessä havaitaan ja määritellä toteumamallin sisältö ja sen hyödyntäminen kunnossapidossa.

Osana työtä haastateltiin alan toimijoita ja sidosryhmiä. Haastattelussa selvitettiin tietomallin hyödyntämistä infran ylläpidossa ja toteumamallin sisältötarpeita.

Selvitystyössä esitetyt analyysit ja kuvatut ehdotukset sekä esitykset jatkotoimenpiteistä ovat pääasiassa työn tekemisestä vastanneen konsulttiryhmän esityksiä, eivätkä näin välttämättä kaikilta osin edusta Liikenneviraston näkemyksiä, vaan toimivat lähtötietoina ja ehdotuksina Liikennevirastolle.

Tietomallipohjaisen suunnittelu- ja rakentamisprosessin pilottiprojektia on ohjannut Tiina Perttula Liikennevirastosta. Työ on tehty CC Infra Oy:n ja Destia Oy:n yhteistyönä. Työn tekemisestä on vastannut Liikenneviraston puolesta CC Infra Oy:stä projektipäällikkö ins. (AMK) Teppo Rauhala ja kunnossapidon osuuden asiantuntijoina ja raportin kirjoittajina DI Jussi Seppä, RI Antti Haapalahti, ins. (AMK) Liisa-Maija Reiman sekä DI Juha Parkkari. Destian projektiosuudesta projektipäällikkönä on vastannut DI Mika Jaakkola. Infrasuunnittelun kehitystehtävistä ja raportin kirjoittamisesta vastasivat asiantuntijoina ins. (AMK) Henri Lindholm, ins. (AMK) Mikko Saarinen sekä DI Sami Snellman. Mallipohjaisen toteutuksen projektiosuuden kehitystehtävistä ja raportin kirjoittamisesta vastasivat ins. (AMK) Pasi Toppi ja DI Mika Jaakkola. Lisäksi Destian rakentamisen asiantuntijoina toimivat ins. (AMK) Mikko Karvonen, ins. (AMK) Lasse Joensuu, ins. Heino Karjalainen ja Tkl Oiva Huuskonen (kunnossapito).

Helsingissä maaliskuussa 2015

Liikennevirasto  
Suunnitteluosasto



# Sisällysluettelo

1	JOHDANTO .....	9
1.1	Tausta .....	9
1.2	Tavoitteet .....	9
1.3	Pilottikohde .....	10
2	KEHITYSTEHTÄVIEN JA PILOTOINNIN TOTEUTUS .....	11
2.1	Suunnitteluprosessi .....	11
2.1.1	Toteutusmallien tuottaminen Inframode3-formaatissa .....	11
2.1.2	InfraBIM -nimikkeistön ja InfraFINBIM toteutusmalliohjeen toimivuuden testaus .....	11
2.1.3	Yhdistelmämallin testaus .....	12
2.2	Toteutusprosessi .....	12
2.2.1	Mallinnusohjeisiin perehtyminen .....	12
2.2.2	Inframodel3-mallien toimivuuden testaaminen .....	12
2.2.3	Inframodel3-mallien käyttöönotto koneohjaus- ja mittausjärjestelmissä .....	16
2.2.4	Toteutusmallien hyödyntäminen mallipohjaisessa väylä- ja siltatuotannossa .....	19
2.3	Laadunvarmistusprosessin kehittäminen .....	21
2.3.1	Geometristen mittojen laadunvarmistus .....	21
2.3.2	Tiiveyden laadunvarmistus .....	23
2.3.3	Toteumamallin kokoaminen työmaalla .....	26
2.4	Ylläpitoprosessi .....	26
2.4.1	Lähtötilanne .....	26
2.4.2	Haastattelut .....	28
3	TULOKSET .....	30
3.1	Suunnitteluprosessi .....	30
3.1.1	Toteutusmallin tuottaminen Inframodel3-formaatissa .....	30
3.1.2	InfraFINBIM toteutusmalliohjeen ja InfraBIM -nimikkeistön kehittämistarpeet .....	31
3.1.3	Yhdistelmämallin testaus .....	32
3.2	Toteutusprosessi .....	34
3.2.1	Inframodel3-toteutusmallin sisään luku työmaasovelluksiin .....	34
3.2.2	Toteutusmallin hyödyntäminen tuotannossa (työkoneautomaatio, mittausjärjestelmät, sillat) .....	35
3.3	Laadunvarmistusprosessi .....	37
3.3.1	Mallinnus- ja laadunvarmistusohjeiden päivitykset .....	37
3.3.2	Mallipohjaisen laadunvarmistusmenetelmän kehitys .....	37
3.3.3	Tiiveyden laadunvarmistuksen kehitys .....	39
3.4	Kunnossapitoprosessi (hoito- ja ylläpito) .....	39
3.4.1	Nykytilanne haastattelujen perusteella .....	39
3.4.2	Toteumamallin kehittämistarpeet .....	40
3.4.3	Mallinnetun aineiston hyödyntämismahdollisuudet .....	41

4	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	43
4.1	Inframodel3-formaatin hyödyntäminen mallipohjaisessa suunnittelu- ja infrarakentamisprosessissa.....	43
4.2	Toteutumamallin hyödyntämismahdollisuudet ylläpidossa .....	44

#### LIITTEET

Liite 1	Mallipohjaisen laadunvarmistusmenetelmän kuvaus
Liite 2	Yhteenveto haastatteluista

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Infra-ala on suuren muutoksen edessä, mahdollisesti isoimman lähivuosisikymmenien aikana. Tällä hetkellä talonrakennuspuolella tietomalleja on hyödynnetty infra-alaan verrattuna laajemmin, jolloin sinne on muodostunut jo käytäntöjä ja termistöä. Talonrakennuspuolella käytetään sanaa BIM (Building Information Model), kyseessä on tietomalli, jossa kaikki aineisto on digitaalisessa muodossa papereiden sijaan ja sitä voidaan hyödyntää tehokkaasti. Uusi tekniikka on tehostanut toimintaa, parantanut laatua ja läpimenoaikoja. Samoja hyötyjä haetaan myös infra-alalle uuden teknologian hyödyntämisellä.

Tietomallintamisen ja koneautomaation (koneohjaus) käytön hyödyntämisellä on tutkitusti saavutettu merkittäviä hyötyjä ja sen vuoksi sen käyttö on maailmanlaajuisesti lisääntymässä. Suurimpana haasteena on ollut ohjeistuksen, toimintatapojen ja teknologian kehitys irrallaan toisistaan ja kokonaisuutta ei ole pystytty hallitsemaan.

Suomessa kehitetään parhaillaan voimakkaasti infra-alan BIM-ohjeistusta. Suomessa kehitystyö on kansainvälisesti merkittävää, joka näkyy mm. ohjeistuksena, avoimen tiedonsiirtostandardin kehitystyönä (IM3) ja useina uuden teknologian yrityksinä.

Tietomallintamisen laaja käyttöönotto alalla on suunniteltu tapahtuvaksi vuonna 2014. Laajempi hyödyntäminen edellyttää kuitenkin koko hankkeen huomioonottavaa kokonaisvaltaista tarkastelua ja osien integroimista yhdeksi toimintamalliksi ja -prosessiksi.

Kuitenkin ennen kuin uusi tapa toimia voidaan ottaa täysimääräisesti käyttöön alalla, on sitä testattava rakennusprojektissa. Riippa–Eskola rakennusurakka on otollinen kohde pilotoida kuinka IM3 formaatissa olevat suunnitelmat viedään läpi rakennusprojektin ja niitä hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti ja laajasti rakentamisen aikana.

## 1.2 Tavoitteet

Tulevaisuudessa Liikennevirastossa tullaan siirtymään mallipohjaiseen hankintaan Infra FINBIM vision mukaisesti, joten tarve pilotoida InfraFINBIM tutkimushankkeessa kehitettyä Inframodel3-formaattia ja nimikkeistöä on ilmeinen.

Yhteinen tiedonsiirtoformaatti on tärkeä edistysaskel alalla ja se mahdollistaa uusien tekniikoiden kehittymisen ja yleistymisen. Sen vuoksi on tärkeää varmistua kuinka sitä voidaan hyödyntää läpi infran elinkaaren.

TAVOITE: Osoittaa missä laajuudessa Inframodel3 muotoisen rakennemallin hyödyntäminen on mahdollista mallipohjaisessa:

- Suunnitteluprosessissa
- Toteutusprosessissa
- Laadunvarmistusprosessissa
- Kunnossapitoprosessissa (hoito- ja ylläpito)

Pilotissa testataan kuinka mallipohjaista suunnitelma-aineistoa hyödynnetään Inframodel3 formaatissa mallinnusohjeiden ja -vaatimusten sekä nimikkeistön osalta. Lisäksi selvitetään mitä mahdollisia puutteita IM3-formaatissa tuotetun toteutusmallin hyödyntämisessä havaitaan niin suunnittelu-, työkoneautomaation- ja mittausjärjestelmien osalta. Pilotin tulosten ja haastattelujen perusteella on tarkoitus määrittellä toteutumamallin sisältö ja sen hyödyntäminen kunnossapidossa (hoito- ja ylläpito).

## 1.3 Pilottikohde

Inframodel3-tiedonsiirtoformaatin valmius tuotantokäyttöön eteni keväällä 2014 ja sen jalkauttaminen nähtiin alan kehittymisen kannalta tärkeänä askeleena. Siihen mennessä Inframodelia ei ollut vielä pilotoitu laajamittaisesti tuotantokäytössä suuressa tienrakennusurakassa. Laajempaan testaukseen soveltuvaksi kohteeksi valikoitui Riippa-Eskola RU2 -rakennusurakka, jossa työkoneautomaatio oli jo lähtökohtaisesti laajasti käytössä.

Tavoitteeksi otettiin pilotoida Inframodel 3 formaatin käyttöä suunnittelussa ja tuotannossa sekä radan-, tien- ja siltoihin liittyvien maarakenteiden osalta. Aluksi pilotti rajattiin Kannuksen kohdalle kmv 591+000–593+000, missä sijaitsee sekä rata-, tie että betonirakenteita. Käytännössä pilotointi toteutui selvästi suunniteltua laajempaan, kun urakoitsijana toiminut Destia Oy päätti hyödyntää pilotoinnissa toimiviksi havaittuja Inframodel malleja maarakenteiden osalta koko hankkeen laajuudessa. Pilotointia tehtiin pääasiassa uuden rataosuuden rakentamisen kohteissa tuotannon etenemisen mukaan.

## 2 Kehitystehtävien ja pilotoinnin toteutus

### 2.1 Suunnitteluprosessi

#### 2.1.1 Toteutusmallien tuottaminen Inframodel3-formaatissa

Suunnittelutyö ja toteutusmallit laadittiin Tekla Civil -ohjelmistolla, versiolla 13.2-00, joka hankkeen aikana päivittyi lopulta versioon 14.1-02. Toteutusmalleja on ko. ohjelmistolla laadittu paljon, mutta Inframodel3-formaattiin uloskirjoitettujen toteutusmallien toimivuutta ei ole aiemmin laajamittaisesti testattu.

Työ aloitettiin laatimalla suunnittelumallista toteutusmallit hyödyntäen InfraBIM-nimikkeistöä ja soveltamalla InfraFINBIM-ohjeluonnoksia. Toteutusmallit kirjoitettiin ohjelmasta ulos Inframodel3-formaatissa. Tekla Civil antaa mahdollisuuden kirjoittaa samaan inframodel tiedostoon halutessaan kaikki toteutusmallit koko projektin laajuudelta niin kolmioverkkoina kuin taiteviiva-aineistona. Geometrialinjat ja varusteet on lisäksi mahdollista sisällyttää samaan tiedostoon. Aiempaan käytäntöön verrattuna, jossa toteutusmallit laadittiin joko ns. tielaitos -formaattissa tai dwg-muodossa, Inframodel3-muotoiseen toteutusmalliin saa sisällytettyä myös metatietoa ja erityisenä huomion arvoisena asiana on Inframodel3-formaattiin sisältyvät ratatiedot, kuten esimerkiksi vaihteet, raiteen kallistuksen tiedot ja kilometripaalutus. Lisäksi toteutusmalliin on mahdollista sisällyttää VTT:n laatiman ohjeen ” Inframodel tiedonsiirron sovellusohje LandXML v1.2” mukaisia rakennelaajennuksia. Näihin sisältyvät väylien poikkileikkausparametreja (mm. päällysrakenneluokka ja alusrakenteen kantavuusluokka) sekä vesihuollon varusteiden lisätietoja. Varusteet sisällytettiin testaukseen mukaan sillä laajuudella, kun ne ovat inframodel3-formaattiin määritelty. Tämä tarkoittaa käytännössä vesihuollon ja kuivatuksen varusteita.

Toteutusmallit kirjoitettiin inframodel3-formaattiin em. mahdollisuuksien puitteissa useissa eri kombinaatioissa. Yhteistyössä työmaan automaatio-operaattorin kanssa tutkittiin eri sisältöisten toteutusmallien hyödyntämismahdollisuuksia sekä mallien hyötyjä, haittoja ja kehityskohteita.

Toteutusmallien teknistä sisältöä tarkasteltiin ja verrattiin VTT:n ohjeeseen ”Inframodel tiedonsiirron sovellusohje LandXML v1.2”. Toteutusmallien teknistä sisältöä tarkastettiin lisäksi BimOne Finland Oy:n Bimone-palvelussa. Bimone tarjoaa riippumatonta ja sitoutumatonta laadunvarmistusta inframallien tietosisällön varmistamiseksi. Toteutusmalleja lähetettiin työmaan toimesta myös koneohjausjärjestelmien tuottajille (mm. Novatron, Scanlaser), joiden kommentit otettiin jatkosuunnittelussa huomioon toteutusmallien laadinnassa.

#### 2.1.2 InfraBIM -nimikkeistön ja InfraFINBIM toteutusmalliohjeen toimivuuden testaus

Toteutusmallit laadittiin hyödyntäen InfraBIM -nimikkeistön (versio 1.5, 5.2.2012) mukaisia taiteviivoja ja rakennepintoja sekä soveltaen InfraFINBIM ohjeen ”Osa 4 Rakennemallit; maa-, pohja ja kalliorakenteet, päälly- ja pintarakenteet” (versio 0.5, 3.9.2013) kappaletta 4 Rakennussuunnitelma. Hankkeen yhteydessä ilmaantuneet nimikkeistön ja toteutusmalliohjeen kehittämistarpeet on esitetty kappaleessa 3.1.2

### 2.1.3 Yhdistelmämallin testaus

Taitorakenteiden sekä väylärakenteiden ja varusteiden yhdistelmämallin laadintaa ja hyödyntämistä tutkittiin seuraavilla ohjelmistoilla:

- Tekla Bimsight
- Tekla Civil

Yhdistelmämallien testaamisen tavoitteena oli selvittää niiden hyödyntämismahdollisuudet niin suunnittelun kuin rakentamisenkin näkökulmasta. Yhdistelmämallin avulla suunnittelutyön aikana yhteen sovittiin eri toimialojen suunnitelmia sekä tehtiin laadunvarmistusta. Tavoitteena oli testata myös kuinka Inframodel 3 -formaattia pystytään hyödyntämään yhdistelmämallissa. Testauksen tärkeimpinä näkökulmina olivat mallista saatava konkreettinen hyöty, suunnittelutyön edetessä päivittyvän mallin hallinta sekä helppokäyttöisyys.

## 2.2 Toteutusprosessi

### 2.2.1 Mallinnusohjeisiin perehtyminen

Riippa–Eskola RU2 työmaalla oli projektin alussa keväällä 2013 otettu käyttöön InfraFINBIM nimikkeistö toteutusmallien nimeämisessä ja noudatettu myös väylän toteutusmalliohjeen periaatteita tuotannossa käytettävien toteutusmallien viimeistelyssä. Pilotin aluksi mittauksen ja rakentamisen henkilöt tutustuivat seuraaviin InfraBIM-ohjeisiin:

- Osa 3 Lähtötiedot (versio 1.3, 15.1.2014)
- Osa 4 Rakennemallit; maa-, pohja ja kalliorakenteet, päälly- ja pintarakenteet (versio 0.5,3.9.2013)
- InfraBIM-nimikkeistö (suunnittelu-, mittaus- ja tietomallinimikkeistö) (versio 5.3.2012)
- Inframodel3 -käytönotto-ohje versio (25.10.2013)

Ohjeisiin liittyen pidettiin palautepalaveri, jossa kommentit käytiin läpi. Rakentajien puolesta nimikkeistön kattavuus ja selkeys nähtiin tärkeänä. Rakentajat tarvitsevat mallipohjaisessa tuotannossa yhtenäisen ja ymmärrettävän nimeämiskäytännön toteutusmalleille. Rakentajien mielestä mallien nimissä tulee olla rakenneosan nimi ja paaluväli kirjoitettuna, lyhenteitä ei koettu ymmärrettävinä. Lähtötietoja, rakennemalleja ja Inframodel3 formaatteja koskeviin asioihin ei tullut palautetta, mutta ohjeisiin perehtyminen lisäsi pilotin toimijoiden tietämystä mallinnusasioista ja helpotti jatkossa kommunikointia.

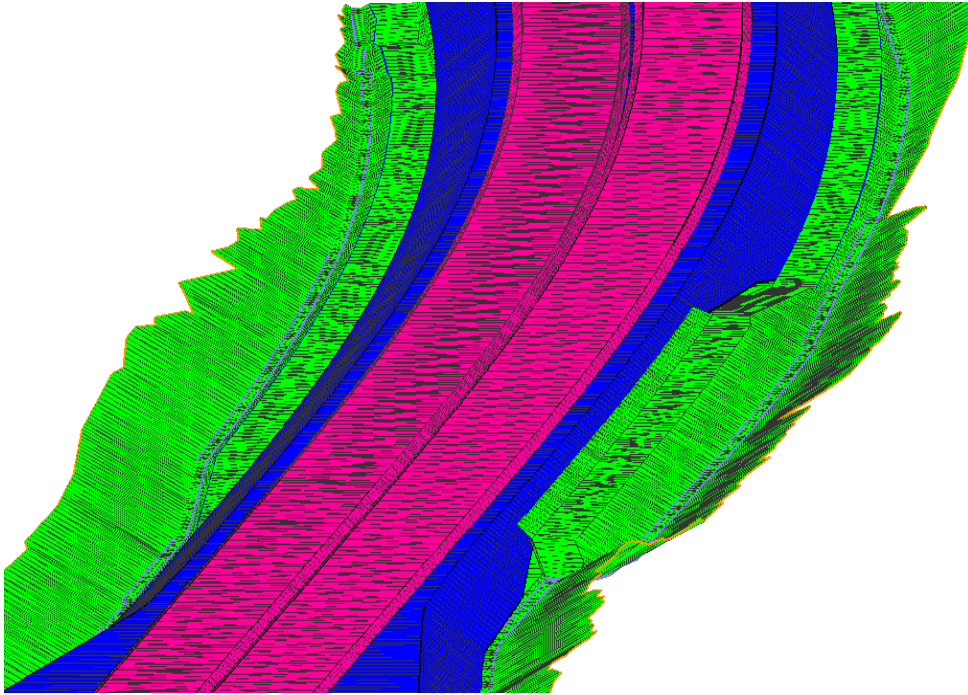
### 2.2.2 Inframodel3-mallien toimivuuden testaaminen

Pilotin päätavoitteena olleen Inframodel3 muotoisen toteutusmalliaineiston testaamisen ensimmäisenä tehtävänä oli testata Tekla Civil ohjelmistolla tuotetun toteutusmalliaineiston sisäänlukua 3D-Win-ohjelmistoon. Inframodel3-formaatin käyttöönoton perusedellytyksenä toteutusvaiheessa on että 3D-Win on kykenevä käsittelemään formaattia (3D-Win on vakiintunut ohjelmisto työmailla). Mittausohjelmistolla tulee voida lukea toteutusmalli sisään ja päästä tarkastelemaan sen tietosisältöä. Ohjelmistossa tarvitaan toiminnot, joilla toteutusmalli paloitellaan erikseen tarkasteltaviksi rakenneosiksi ja tehdään niiden oikeellisuuden tarkastus. Lisäksi mittausohjelmaan tarvitaan työkalut toteutusmallin uloslukemiseksi Inframodel3-standardin

mukaisessa muodossa rakenneosittain jaoteltuna. Tietovirran tulee siis olla mittausohjelmassa toimiva molempiin suuntiin ja sekä tietosisällön että formaatin tulee säilyä luettavana myös muissa ohjelmissa.

3D-Win-ohjelmistoon luettiin Inframodel3-aineistoja useilla eri kokoonpanoilla väylän toteutusmalleista, kokonainen rakennemalli sisältäen radan kaikki rakennepinnat, niiden kolmioverkkoaineisto, taiteviivat sekä geometria. 3D-Win-ohjelmiston Inframodel3 sisään luvun toimiessa, tuli tarpeelliseksi miettiä minkälainen toteutusmalli-aineisto olisi helpoin ja nopein jatkojalostaa koneohjausmalliksi. 3D-win testeissä havaittiin että rakennemalli täytyy ensin ohjelmiston ominaisuuksista johtuen jakaa pienempiin osakokonaisuuksiin, ja ryhtyä näistä ikään kuin kokoamaan toteutusmalli uudestaan. Tällöin myös riski jonkin oleellisen tiedon katoamiseen myös kasvaa, mikäli sama aineisto joudutaan purkamaan ja kasaamaan uudestaan pienistä osakokonaisuuksista. Niin ikään 3D-Win testeissä havaittiin, että kyseessä olevalla Tekla Civil suunnitteluohjelmistolla ei vielä pilotin alkuvaiheessa ollut ominaisuuksia koko väylärakenteen kattavan ja toimivan koneohjausaineiston muodostamiseen. Tästä johtuen suunnittelun kanssa tehtiin päätös, että työmaalle toimitetaan välttämättömin ja olennaisin tieto toteutusmalleista. Päädyimme yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa siihen, että työmaalle toimitetaan Tekla Civilillä muodostetut väylärakenteen rakenneosat kuvaavat Inframodel3 muodossa olevat taiteviivat. Näistä taiteviivoista työmaan mittausorganisaation työkoneautomaation vastuuhenkilö jatkojalosti toteutusmallit koneohjausmalleiksi Inframodel3 -formaattiin 3D-Win ohjelmistolla.

Tekla Civilillä kirjoitetut taiteviivat oli koodattu ja rakennepinnat nimetty Infrabim-nimikkeistön mukaisesti sekä taiteviivat tuotettu PRE/infrabim tietomallivaatimukset ja -ohjeet osa 4 vaatimusten mukaisesti. Työmaalla aineistolle tehtiin mallipohjaisen laadunvarmistusprosessikuvauksen mukaiset tarkastukset. Nämä kymmenen tarkastustoimenpidettä on kuvattu erillisessä mallipohjaisen laadunvarmistusmenetelmän kuvauksessa (liite 1, Toteutusmallin tarkastus) ja ne kattavat toteutusmalliselostukseen tutustumisen, toteutusmallin teknisen tarkastuksen ja korjauksen sekä työturvallisuusnäkökohtien huomioinnin. Kun mallit on tarkastettu listassa mainittujen asioiden osalta ja mahdolliset virheet korjattu, kuitataan malli tuotantokelpoiseksi mallipohjaisen laadunvarmistuksen prosessikuvauksen mukaiseen Excel-taulukkoon mittausorganisaation vastuuhenkilön toimesta. Osassa taiteviivoista yleisimpiä korjaustoimenpiteitä Destian suunnittelun tuottamille malleille olivat taiteviivojen yhdistäminen ja väärin koodien korjaus. Sen jälkeen aineisto kolmioitiin 3D-Winillä ja edelleen tulostettiin Inframodel3-formaattiin. Yhdestä koneohjausmallista tallennettiin kolme erityyppistä toteutusmallia, toteutusmallin perusta eli taiteviiva-aineisto, 3D-Winin tuottama kolmioverkkomalli sekä Inframodel3-koneohjausmalli. Tämän jälkeen Inframodel3-aineisto oli valmis siirrettäväksi tuotantoon tiedonsiirtopalvelmien kautta, koneohjausjärjestelmää hyödyntävään työkoneeseen.



Kuva 1. 3D-Winillä muodostettu Inframodel3-rakennemalli radan rakenteista.

Inframodel3-formaatissa olevien varusteiden, tässä tapauksessa kaivojen ja putkien aineiston toimivuutta testattiin 3D-Winissä. Destian suunnittelijan Tekla Civilillä kirjoittama Inframodel3-tiedosto, jossa kaivot ja putket esitetään pipenetworks-elementissä, luettiin 3D-Winiin ja jatkojalostettiin koneohjausmalliksi, sekä mittausaineistoksi mittaushenkilöiden mittauslaitteisiin siirrettävään muotoon. 3D-Winillä ei kyetä kirjoittamaan aineistoa samaan muotoon, pipenetworks elementtiin skeeman mukaisine määrittelyksineen, joten myöskään tuotantoon ei päästy tämän pilotin aikana ottamaan Inframodel3-järjestelmiä sekä varusteita. Tavoitteena alun perin oli, että esimerkiksi pipenetworks-malleja olisi voitu käyttää koneohjausmalleina, mittalaitteissa ja työnjohdon hyödynnettävissä tablet-käyttöliittymässä.

```
- <Feature source="inframodel" code="IM_coding">
  <Property value="312300" label="infraCoding"/>
  <Property value="Hulevesiviemärien tarkastuskaivo ja -putki" label="infraCodingDesc"/>
  <Property value="5000000" label="proprietaryInfraCoding"/>
  <Property value="Sadevesikaivo" label="proprietaryInfraCodingDesc"/>
</Feature>
</Struct>
- <Struct name="Sadevesikaivo_15" desc="Sadevesikaivo" state="proposed" elevSump="39.50000000
  <Center>7088650.604300086 496010.700454716</Center>
  <CircStruct desc="Sadevesikaivo" thickness="NaN" material="PEH" diameter="0.560000000"/>
  <Invert desc="Sadevesiviemäri" refPipe="Sadevesiviemäri_12" flowDir="out" elev="40.400000000
- <Feature source="inframodel" code="IM_struct">
  <Property value="15" label="structLabel"/>
```

Kuva 2. Esimerkki selaimessa avatusta vesihuollon järjestelmiä kuvaavasta pipenetworks-tiedostosta.

Inframodel3-formaatin käyttöönottoon ei vielä riitä, että 3D-Winillä kyetään sisään lukemaan sekä ulos kirjoittamaan Inframodel3-aineistoa. Osa koneohjausjärjestelmistä on sellaisia, joiden koneohjausmallit käyttävät laitevalmistajan omaa formaattia malleissa. 3D-Win on tämän pilotin aikana testatuista ohjelmista koneohjausmallien laadintaan nähtävästi yleispätevin työkalu Suomessa, jolla koneohjausmalli voidaan kirjoittaa haluttuun formaattiin. Tämän jälkeen koneohjausmalli voidaan joutua muuntamaan laitevalmistajan omaan formaattiin, jotta se saadaan toimimaan työko-



neen koneohjausjärjestelmässä. Tämän johdosta Inframodel3 -formaatin testausta mittaushjelmissa laajennettiin myös SBG Geo Professional sekä Trimble Business Center -ohjelmistoihin.

Trimble Business Center sekä SBG Geo Professional -ohjelmistojen kohdalla Inframodel3-formaatin käsittelyä testattiin siinä vaiheessa, kun toteutusmallit olivat jo valmiit siirrettäviksi työkoneisiin. Näiden ohjelmistojen pääasiallinen käyttötarkoitus tässä pilotissa oli tehdä formaatin muunnokset ja tarvittaessa toteutusmallien visuaalinen tarkastelu. Molemmissa ohjelmissa testattiin väylän rakenteiden koneohjausmalleja.

Trimble Business Centerissä testattiin useita Inframodel3-koneohjausmalleja ja havaittiin, että mallit saatiin luettua ohjelmistoon ongelmitta. Trimble Business Centerin ominaisuuksiin perehdyttiin ainoastaan sillä tasolla, että saadaanko Inframodel3-koneohjausmallit muunnettua Trimblen koneohjausjärjestelmien vaatimiin formaatteihin. Ohjelman muihin mallinnus tai mittaustoimintoihin ei syvällisesti perehdytty.

Pilotissa testattiin Inframodel3-mallien hyödyntämistä GNSS-paikannetun tiivistysjyrän toiminnassa. Trimblen ohjelmistoon luettiin pilotissa tarvittavat koneohjausmallit sekä geometria Inframodel3-formaatissa ja testattiin, saadaanko mallit käännettyä ohjelmassa työkoneen koneohjausjärjestelmän vaatimaan formaattiin. Sisään lukuvaiheessa aineistolle muodostui Trimble Business Centerin omiin määrittämiin perustuva toinen kolmioverkko. Se koettiin tarpeettomana toimintona, koska koneohjausmalleihin on tarpeen ottaa mukaan vain yhdellä ohjelmalla kerrallaan (3D-Winillä) muodostettuja taiteviiva-aineistoja sekä kolmioverkkoaineistoja. Uloskirjoitusvaiheessa ohjelmassa valittiin, kumpaa kolmioverkkoaineistoa, 3D-Winin vai Trimble Business Centerin, koneohjausmallia halutaan käyttää. Tässä on olemassa riski tiedon vääristymiseen, mikäli käyttäjä valitseekin tässä tapauksessa mahdollisesti erilaisen Trimble Business Centerin -kolmioverkkomallin. Trimblen ohjelmalla tuotettu kolmioverkko ei ole välttämättä väärin, mutta mallin tarkasteluun prosessin tässä vaiheessa ei yleensä enää paneuduta samalla tavalla kuin siinä vaiheessa kun aineisto on kolmioitu ja tarkastettu 3D-Winissä.

Testeissä havaittiin, että 3D-Winillä uloskirjoitetut Inframodel3-koneohjausmallit saatiin sisään luettua ohjelmaan ja tämän jälkeen uloskirjoitettua Trimblenformaattissa. Koneohjausmallien uloskirjoituksen jälkeen mallit tallennettiin omaan hakemistoon, josta ne ovat ladattavissa tiedonsiirtopalvelimelle ja edelleen tuotantoon Trimblen koneohjausjärjestelmällä varustettuun työkoneeseen.

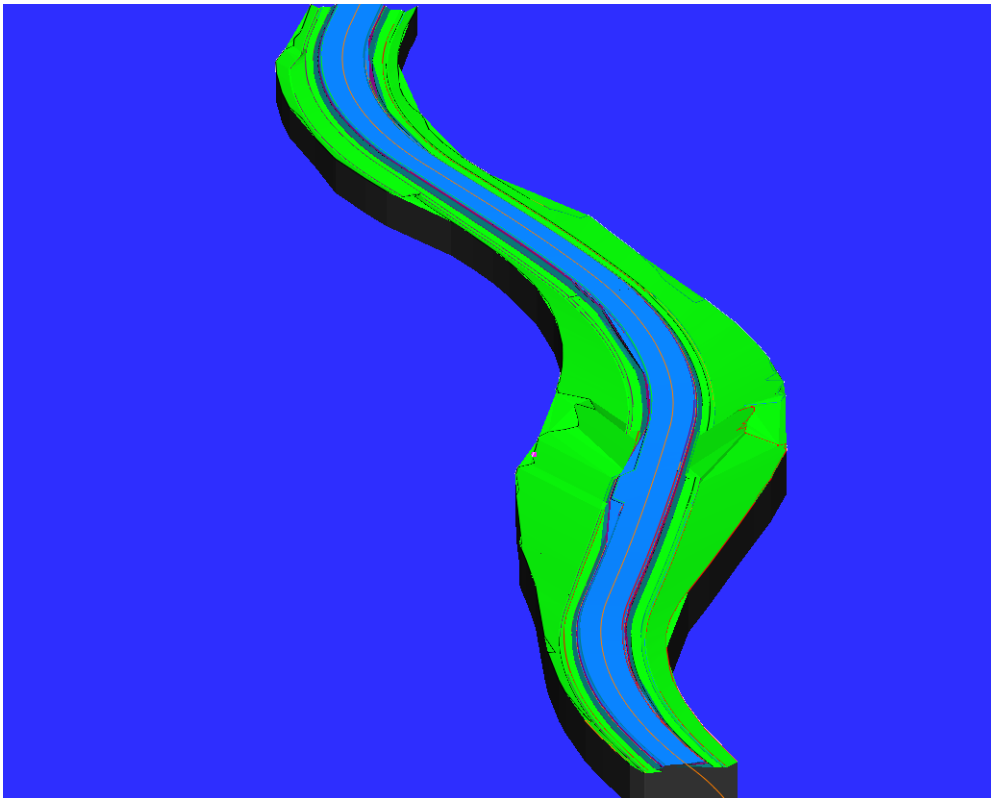
SBG Geo Professional -ohjelman testien taustalla oli ajatuksena selvittää, kuinka laajasti mahdollisesti Scanlaserin koneohjausjärjestelmissä pystyttäisiin hyödyntämään Inframodel3-koneohjausmalleja. Scanlaserin koneohjausjärjestelmät eivät vaadi samankaltaista formaatin muunnosta, lukuun ottamatta joitakin erityismalleja tiettyihin työkoneisiin. Sen vuoksi ohjelmassa voitiin testata hieman syvällisemmin Inframodel3-toteutusmalleja. Inframodel3-formaatin uloskirjoitusta ei testattu SBG Geo -ohjelmalla.

SBG Geo Professional -ohjelmaan saatiin luettua Tekla Civilillä tuotettu tien rakennemalli Inframodel3-formaatissa. Toteutusmalli sisälsi rakennepinnat sekä geometriatiedon, jokaisen rakennepinnan taiteviivat sekä kolmioverkkomallit. Ohjelman periaate aineiston käsittelyyn on samankaltainen kuin 3D-Winillä. Kaikki Alignment-osion elementit erotellaan omiksi tiedostoiksi, tällöin aineiston taiteviivojen oikea-

oppinen laatiminen korostuu. Ohjelma ei osaa tunnistaa, mikä osio on geometria ja mitkä kuuluvat taiteviivoihin. Näin ollen, mikäli aineiston taiteviivat eivät ole kauttaaltaan jatkuvia, vaan muodostuvat lyhyistä viivanosista, tiedoston sisään lukuvaiheessa muodostuu useita elementtejä, joista on mahdoton tietää mihin rakenneosan mikäkin elementti on tarkoitettu.

SBG Geo Professional ohjelmistolla on mahdollista käsitellä myös 3D-Winillä tuotettua Inframodel3-aineistoa. 3D-Winillä tuotetut työkoneissa käytettäviksi tarkoitetut väylän koneohjausmallit saadaan luettua sisään ohjelmaan. Myös SBG Geon ohjelman työkaluilla voidaan jatkojalostaa IM3 aineistoa. 3D-Winillä tuotettu yhden rakennepinnan koneohjausmalli jakautui sisään lukuvaiheessa kahdeksi eri tiedostoksi, taiteviiva- sekä kolmioverkkoaineistoksi. Mikäli tässä vaiheessa olisi tarvetta mallin editoinnille, se olisi mahdollista, koska aineisto jakaantui selkeisiin kokonaisuuksiin. SBG Geo -ohjelmiston tuki Inframodel3-varusteille puuttui testaushetkellä.

Koneohjausmalleihin on tarkoituksenmukaista ottaa kerrallaan vain yhden ohjelmiston tuottamia tai editoimia taiteviiva-aineistoja tai kolmioverkkoaineistoja. Tällä toiminnalla minimoidaan tiedon katoamisen sekä tiedon vääristymisen riskiä.



Kuva 3. Väylän Inframodel3-rakennemalli SBG Geo Professional ohjelmassa.

### 2.2.3 Inframodel3-mallien käyttöönotto koneohjaus- ja mittausjärjestelmissä

Inframodel3-pilotoinnin seuraava vaihe oli selvittää, kuinka formaattia pystytään hyödyntämään koneohjauksessa. Koneohjausjärjestelmien testaus rajautui Novatron Oy:n valmistamaan järjestelmään, koska projektilla ei ollut käytössä muita Inframodel3 formaattia käyttäviä koneohjausjärjestelmiä. Scanlaser ilmoitti maahantuojan toimesta että heidän koneohjausjärjestelmistä Inframodel3-tuki toistaiseksi puuttuu ja Trimblen järjestelmissä käytetään heidän omia formaatteja. Työkoneeksi valikoitui

tela-alustainen kaivukone, koska kyseisellä konetyypillä suoritetaan suurin osa kaivu- ja pengerrystöistä. Kaivukonetta ajoi kokenut kuljettaja, jolla on kokemusta myös Novatronin koneohjausjärjestelmän käytöstä usean vuoden ajalta. Valittuun työkoneeseen asennettiin uusi Novatronin ohjaustietokone, jossa oli uusi IM3-formaatin hyödyntämiseen kehitetty ohjelmisto. Tämä järjestelmä toimi olemassa olevan koneohjausjärjestelmän rinnalla eli koneessa oli kaksi järjestelmää käytössä samanaikaisesti. Näin varmistettiin, että työkoneita voidaan käyttää tuotannossa, jos testattava järjestelmä ei ole vielä tuotantoon valmis.

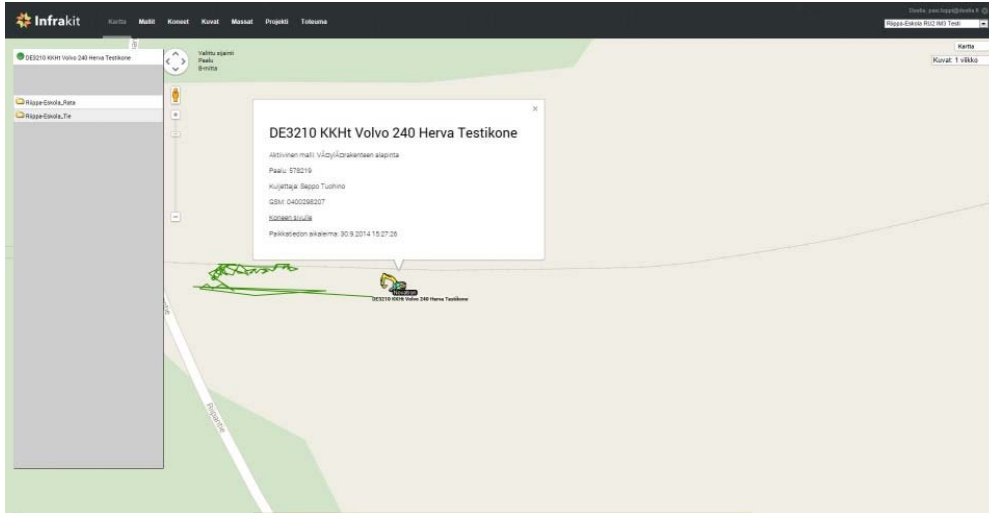


Kuva 4. Kaivukoneen ohjaamo, testiversio ylemmässä näytössä.

Ennen kuin formaattia voitiin testata Novatronin koneohjausjärjestelmässä, testattiin saadaanko mallit siirrettyä työkoneeseen tiedonsiirtopalvelimen kautta. Novatronin koneohjausjärjestelmiin tiedonsiirto toteutetaan Infrakit tiedonsiirtopalvelimen kautta. Infrakitiin perustettiin uusi projekti palvelemaan ainoastaan Inframodel3-koneohjausmallien testausta, näin pystyttiin kokeilemaan muun muassa erilaisia hakemistorakenteita, ilman että häirittiin tuotantotyötä.

Inframodel3 väylän rakenteiden koneohjausmallit saatiin siirrettyä testikoneeseen palvelimen kautta. Palvelinkäyttöliittymässä toteutusmallien tarkasteluun Inframodel3-formaatti ei tässä vaiheessa varsinaisesti tuonut lisäarvoa, koska palvelimessa ei pystytty hyödyntämään mallien sisältämää metatietoa. Inframodel mallien elementti-

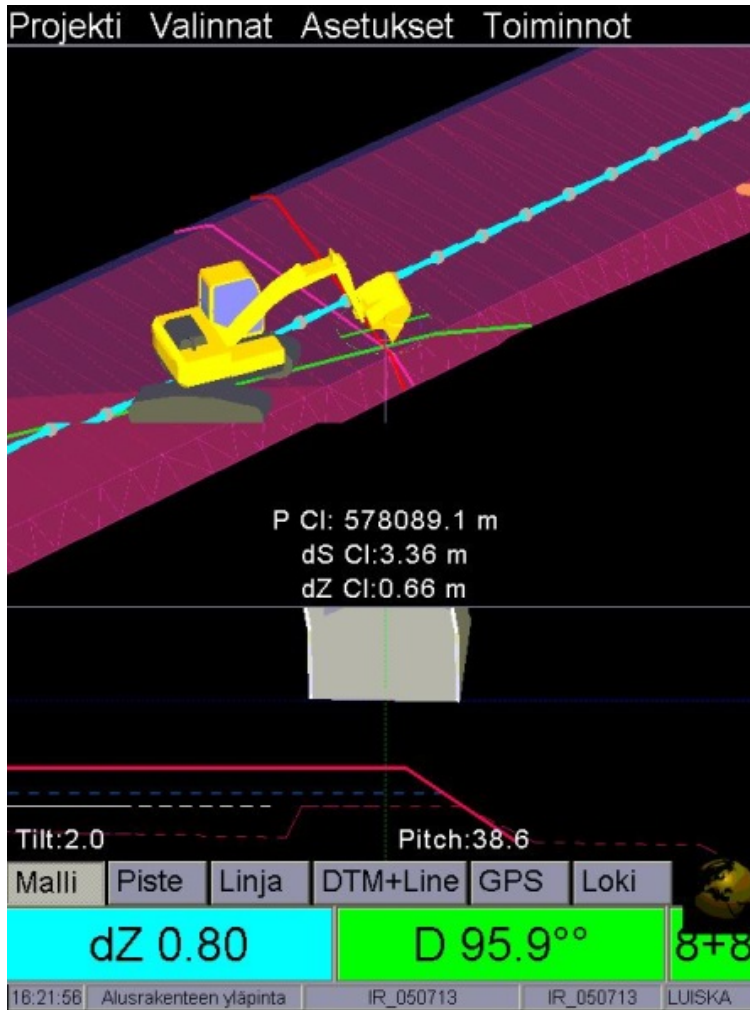
en sisältämää metatietoa voitaisiin hyödyntää tuotannossa esimerkiksi tarkastelemalla tabletilla maastossa radan vaihteiden tai kaltevuuden muutoskohtien sijaintia, kaivojen ominaisuustietoja tai taiteviivojen koodeja. Lisää käyttökohteita löytyisi todennäköisesti käytännön testeissä.



Kuva 5. IM3-pilottiprojekti Infracit-palvelimella.

Novatron Oy:n saatua Inframodel3-koneohjausmallien hyödyntämiseen suunnatun ohjelmiston valmiiksi, asennettiin se Destian omistamaan koneohjausjärjestelmään, joka oli rinnakkaisjärjestelmäksi asennettu kaivukoneeseen. Uusia komponentteja kaivukoneeseen tuli asennettaviksi näyttö ja tietokone, työkoneen paikannus ja laskenta perustuivat molemmissa samoihin GNSS-vastaanottimiin sekä samojen antureiden tuottamaan dataan. Ohjelmistoa päivitettiin uudempaan testiversioon, kun Novatron julkaisi testikäyttöön valmiin demoversion. Novatronia informoitiin myös kehitysversioiden havaituista virheistä, joten näin kehitystyötä saatiin vietyä käytännön tarpeiden mukaan eteenpäin. Testiohjelmistossa otettiin projektin edetessä käyttöön RU2 hankkeen hakemistorakenteesta poikkeava hakemistorakenne, jotta ohjelmiston ominaisuuksia päästäisiin kokonaisvaltaisemmin kokeilemaan. Inframodel3-koneohjausmalleja hyödynnettiin väyliä rakenteosien osalta. Muiden ”apumallien”, kuten taustakarttojen, kaapeleiden ja pistemäisten kohteiden osalta käytössä oli jo aiemmin hyväksi havaitut koneohjausmalleissa käytettävät formaatit kuten \*.dxf tai \*.LIN.

Testeissä havaittiin useita ominaisuuksia, jotka tulevat viemään mallipohjaista prosessia eteenpäin. Ohjelman 3D-kaivuusovelluksessa työkoneiden kuljettajat hahmottavat aktiivisen rakennepinnan lisäksi myös kyseisen rakenneosan muut rakennepinnat. Näin työkoneen kuljettajalla on huomattavasti aiempaa helpommin hahmotettavissa suunniteltu rakennettava kokonaisuus. Ohjelmaan voitiin lukea myös palvelimen kautta Inframodel3-geometria, josta saatiin työkoneen kuljettajalle hyödynnettäväksi väylän mittalinjasta laskettavaa työkoneen paikka- ja etäisyystietoa.



Kuva 6. Työkoneen kuljettajan näkymä Novatronin kaivukoneen koneohjausjärjestelmässä. Käyttöliittymän alaosan poikkileikkausnäytöllä näkyvät eri rakennekerrosten inframodel-mallit.

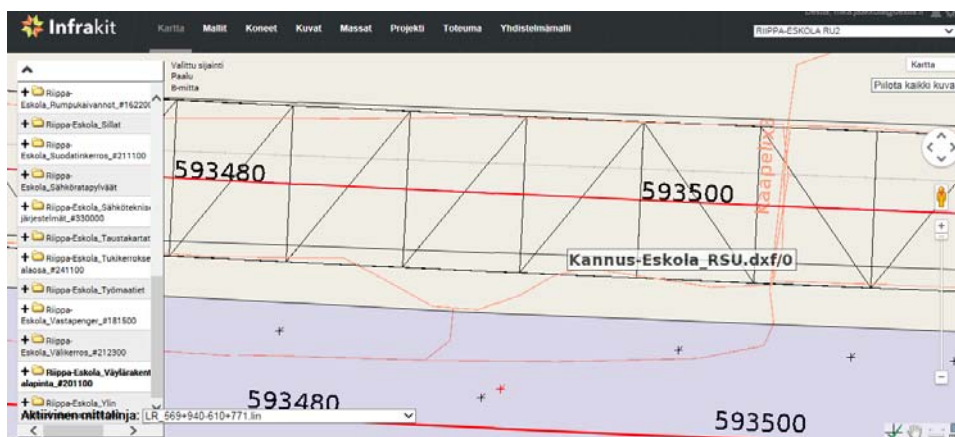
Keväällä 2014 Riippa–Eskola RU2 -hankkeen kaikissa työkoneissa, joihin oli asennettuna Novatron koneohjausjärjestelmä, ryhdyttiin hyödyntämään toteutusmalleissa Inframodel3-formaattia varsin nopealla aikataululla. Testeissä havaittiin, että koneohjausmallit saadaan siirrettyä Infrakit-palvelimen kautta työkoneisiin, joissa ne toimivat samalla tavalla kuin aiemmin käytetyt DXF-mallit.

#### 2.2.4 Toteutusmallien hyödyntäminen mallipohjaisessa väylä- ja siltatuotannossa

Riippa–Eskola RU2 -urakan toteutuksessa oli lähtökohtana hyödyntää laajasti työkoneautomaatiota ja ottaa käyttöön toteutusmallit myös tuotannon ohjauksen ja seurannan tukena. Urakan alussa työn ja projektinjohto sekä valvojat perehdytettiin Infrakit ja Bimsight työkalujen käyttöön. Maarakentamisen työnjohdolle hankittiin tablet-laitteet Infrakitin käyttöä varten. Mallipohjaisten järjestelmien omaksuminen ja käyttöönotto oli nopeaa sekä työnjohdon että valvojien osalta. Näin tapahtui, koska järjestelmä on helppokäyttöinen, ja nopeasti opittavissa jo ensikertalaisellekin. Järjestelmän käyttöönottoa tuettiin koulutuksin ja toteutusmallit olivat viimeisteltyjä ja nimikkeistön mukaan nimettyjä. Toisaalta käyttäjät olivat motivoituneita kun saivat välitöntä hyötyä järjestelmästä omien käytännön tehtäviensä hoitamiseen.

Mallinnuksen toimivuus ja uusien tuotannossa tarvittavien toteutusmallien saaminen työnjohdon käyttöön hyvissä ajoin ennen tuotannon aloittamista on tärkeää, jotta malleja päästään hyödyntämään työsuunnittelussa. ST-urakassa suunnittelua tehdään toteutuksen aikana, mikä aiheuttaa sen, että toteutusmallit saadaan työmaalle usein vasta toteutuksen alkaessa. Tällöin malleja ei välttämättä ehditä hyödyntää täysimääräisesti tuotannosuunnittelun tarpeisiin. ST-urakassa suunnittelun aikataulu on haasteellista ja sitä tulisi kehittää siten, että toteutusmallit saadaan aikaisemmin työnjohdon käyttöön. Toteutusmallit olisi hyvä saada työnjohdon käyttöön vähintäänkin yhtä viikkoa ennen tuotannon aloittamista.

Koneohjausjärjestelmissä käytettiin olemassa olevien kaapeleiden paikkatietoja ja maanpinnan pintamallia referenssitietoina koko urakan alueella. Työkoneissa käytettävät kaapeleiden paikkatiedot perustuivat kaapelinnäyttöjen mukaan maan pinnalta (RTK\_GNSS) kartoitettuihin sijaintietoihin. Sijaintiedot toimivat työkoneissa taustakarttina (johon työkoneen koneohjausjärjestelmällä ei pysty mittaamaan), kiinnittämään työkoneen kuljettajan huomion, että työalueella sijaitsee kaapeleita joiden läheisyydessä työskenneltäessä on noudatettava erityistä tarkkaavaisuutta. Olemassa olevien kaapeleiden mallintaminen työkoneohjauksen referenssitiedoksi on keino vähentää kaapelien rikkoontumista ja niistä tulevia virhekustannuksia. Myös ratatyön suojaulottuma (RSU) mallinettiin koko hankkeen pituudelta ja Novatron kehitti urakan aikana Destian pyynnöstä varoitus toiminnot koneohjausjärjestelmiinsä. Työkoneen ohjausjärjestelmä varoittaa kuljettajaa koneen lähestyessä RSU-mallia. Näin mallipohjaisella toimintatavalla parannettiin työturvallisuutta.



Kuva 7. Ratatyön suojaulottuman malli Infrakit käyttöliittymässä. Novatronin koneohjausjärjestelmään kehitettiin toiminto, joka varoittaa kuljettajaa kun työkone lähestyy aluetta.

Toteutusmallien ja työaikaisen toteumadatan tiedonhallinnassa hyödynnettiin palvelimelle luotua rakenneosapohjaista hakemistorakennetta ja tietokantaa. Suurhankkeessa projektin aikana syntyy satoja toteutusmalleja ja on erittäin tärkeää, että ajantasaiset aineistot ovat tuotantokäytössä. Toteutusmallien nimeäminen nimikkeistön ja paaluvälin mukaan mahdollistaa tarvittaessa halutun yksittäisen tietyn kohteen toteutusmallin tehokkaamman haun ja tarkastelun.

Työnjohto ja valvoja saivat tabletilla toimivasta Infrakit järjestelmästä paikkatiedon työmaalla liikkuessaan ja hyödynsivät sitä toteutusmallien kartta- ja poikkileikkaesitysten työnaikaisen tarkasteluun sekä työkoneiden sijainnin seurantaan. Infrakit-järjestelmä toimii myös osana mallipohjaista laadunvarmistusprosessia, mikä mahdollisti työn etenemisen ja laadun reaaliaikaisen seurannan palvelinkäyttöliittymästä joko mobiilisti tai toimistolla. Urakan aikana Infrakitiin kehitetty koko väylärakenteen mallien ja toteumapisteiden yhtäaikainen tarkastelu Infrakit-poikkileikkausikkunassa nähtiin hyödyllisenä toimintona työnjohdolle ja valvojille.

Siltarakentamisessa tietomalleja ei saatu tuotantokäyttöön samassa laajuudessa kuin maarakenteiden osalta. Työnjohto käytti siltamalleja jonkin verran työnsuunnittelussa ja varsinkin raudoitusten tarkasteluissa. Tuotantotyöntekijöiden käyttöön ei malleja tässä projektissa vielä saatu vietyä. Siltamalleista puuttuivat siltoihin liittyvät maarakenteet ja mallin havainnollisuutta parantavat ympäristön maanpintamallit. Siltamalleissa todettiin vielä myös joitakin teknisiä puutteita, kuten raudoituksen ja jänneputkien puutteelliset törmäystarkastelut. Positiivista IFC-mallien tarkastelussa oli Bimsight ohjelman käytön helppous ja sillan rakenteiden ja detaljien helppo hahmotaminen verrattuna piirustuksiin.



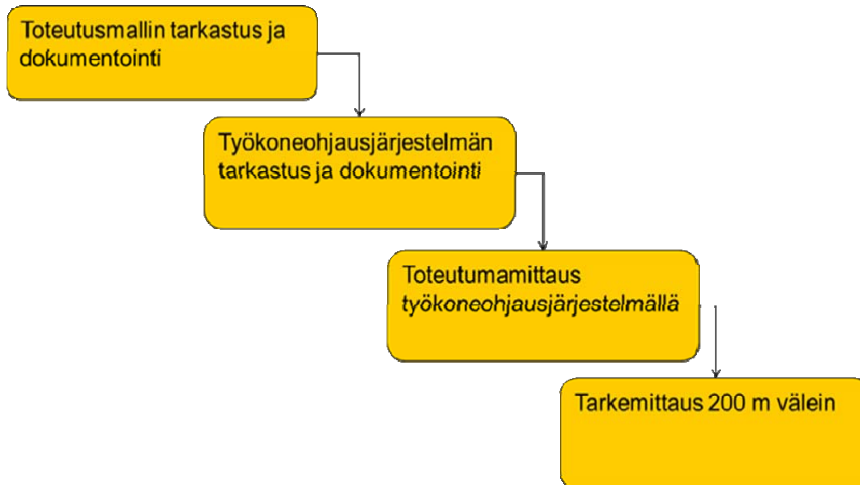
Kuva 8. Ratasillan tunkkaustyömaa. Siltapaikkojen maarakenteet rakennettiin työkoneautomaatiolla.

## 2.3 Laadunvarmistusprosessin kehittäminen

### 2.3.1 Geometristen mittojen laadunvarmistus

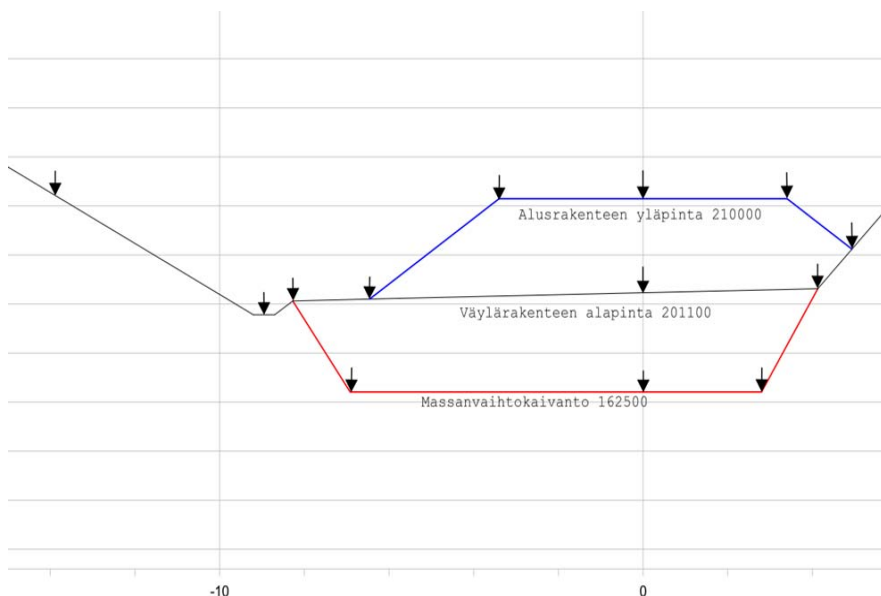
Riippa–Eskola RU2 -työmaalla oli jo käytössä IM3-pilotin alkaessa mallipohjainen laadunvarmistusmenetelmä, jonka käyttöönotosta oli erikseen sovittu tilaajan ja pääurakoitsijan kesken työmaakokouksessa. Mallipohjaisella laadunvarmistuksella tarkoitetaan työkoneautomaatiota hyödyntävää työnaikaista laadunvarmistusta. Siitä on tehty erillinen Riippa–Eskola RU2 -urakalle räätälöity prosessikuvaus. Menetelmän perusajatus on ennalta tehtävä toteutusmallien ja työkoneautomaatiojärjestelmien tarkastus, jolla vähennetään virheitä tuotannossa ja toisaalta korvataan osa perinte-

sestä manuaalisesti takymetrillä tehtävistä tarkemittauksista. Se myös tuottaa koneohjausjärjestelmällä tehtävän työnaikaisen toteumapisteaineiston, jota hyödynnetään laadunvarmistuksen lisäksi tuotannon seurannassa Infrakit työkalulla. IM3 pilotin näkökulmasta haluttiin testata IM3-koneohjausmallien ja toteumapisteiden toimivuus osana mallipohjaista laadunvarmistusta.



Kuva 9. Mallipohjaisen laadunvarmistusmenetelmän päävaiheet.

Mallipohjaisessa laadunvarmistuksessa radan alusrakenteen toteutumamittaukset tehtiin pääosin kaivukoneella. Kuljettajat perehdytettiin ja heille annettiin erillinen kirjallinen ohje toteutumamittausten tekemiseen.



Kuva 10. Työkoneilla tehtävät toteutumamittaukset otettiin merkitsevien taiteviivojen kohdilta (kuva ohjeellinen).

Inframodel3-formaatin tuotantokäyttöön saaminen oli osa laadunvarmistuskokonaisuudesta mallipohjaisessa laadunvarmistusprosessissa. Mallipohjaisen laadunvarmistuksen prosessikuvauksessa on esitetty vaatimukset ja toimet koneohjausmallien tarkastuksille. Tärkeimmät näistä ovat toteutusmallien tarkistus ja korjaus ennen käyttöönottoa työkoneissa sekä GNSS-tukiasemien ja työkoneiden paikannuksen



tarkkuuden määräaikaiset tarkastukset. Ennen Inframodel3-formaatin käyttöönottoa varmistettiin että prosessikuvauksessa mainitut vaatimukset täyttyivät.

Pistemäisen toteuma- sekä tarketiedon esittäminen Inframodel3-formaatissa ei ollut mahdollista, koska sitä ei ole Inframodel3-formaattiin vielä määritelty. Kun Inframodel3 toteutusmallien sisältämä metatieto saadaan kokonaisvaltaisemmin hyödynnettyä koneohjaus- ja mittausjärjestelmien toiminnoissa, voidaan odottaa lisää hyötyjä Inframodel3-formaatista.

Mallipohjaisen laadunvarmistus otettiin jo urakan alusta lähtien käyttöön radan leikkaus- ja pengerrystöissä, joissa GNSS-paikannuksen tarkkuuden on todettu riittävän laatuvaatimusten mukaisen lopputuloksen saavuttamiseen. Uutena asiana otettiin tavoitteeksi GNSS -paikannettujen tiehöylän ja jyrän hyödyntäminen radan välikerroksen geometrinen mittojen ja tiiveyden laadunvarmistuksessa. GNSS-paikannuksen tarkkuuden ja luotettavuuden kehittymisen tavoitteena oli testata voidaanko sitä käyttää väylän ylempien rakennekerroksien toteutukseen, joissa on perinteisesti käytetty takymetripaikannusta.

Pilotissa aloitettiin todentamisjakso, jossa tavoitteena oli selvittää GNSS- paikannettun tiehöylän ja jyrän käyttökelpoisuus radan välikerroksen työnaikaiseen laadunvarmistukseen sekä geometrinen mittojen että tiiveyden osalta. Todentaminen tehtiin paaluvälillä kmv 579+000–589+000 aikavälillä touko-heinäkuu. Tehtävänä oli välikerroksen vastaanotto, muotoilu, tiivistäminen ja toteutumamittaus GNSS-paikannusta hyödyntävillä 3D-tiehöylällä ja 3D-jyrällä.

Todentamisjakson aikana työn jäljen tarkastaminen tehtiin seuraavat toimenpiteet:

- Välikerroksen valmiista pinnasta tehtiin takymetrimittauksena 10 m välein viisi mittausta/poikkileikkaus
- Vastaavasti GNSS-paikannetulla jyrällä tehtiin 10 m välein samoista kohdista kolme mittausta/poikkileikkaus
- Takymetrillä tehtyjen mittausten tuloksia verrattiin teoreettisen välikerroksen pintamalliin
- GNSS-jyrällä tehtyjen mittausten tuloksia verrattiin teoreettisen välikerroksen pintamalliin
- GNSS-jyrällä tehtyjen mittausten tuloksia verrattiin takymetrimittausten perusteella tehtyyn pintamalliin
- Mittauseristä tehtiin karttaesitykset, joissa korkeuspoikkeamat esitety numeroarvoina
- Mittauseristä tehtiin tilastollinen analyysi, jossa esitettiin mittauspoikkeaminen keskiarvo, min, max ja keskihajonta.

Tuloksista tehtiin yhteenveto ja johtopäätökset, joita käytettiin päätettäessä menetelmien laajemmasta hyödyntämisestä urakassa.

### 2.3.2 Tiiveyden laadunvarmistus

Pilotissa oli tavoitteena kehittää toimintatapa, jolla urakoitsija voi työnaikaisella laadunvarmistuksella todentaa tilaajalle rakenteen tiiveyden tai kantavuuden vaatimusten mukaisuuden ja vähentää maastossa tehtäviä erillisiä mittauksia. GNSS-paikannettun jyrän ohjausjärjestelmän tiiveyden seurantatyökalua pilotoitiin Riippa-Eskola RU2 -projektissa toukokuusta syyskuun loppuun vastaavalla rataosuudella kuin toteumamittaustakin.



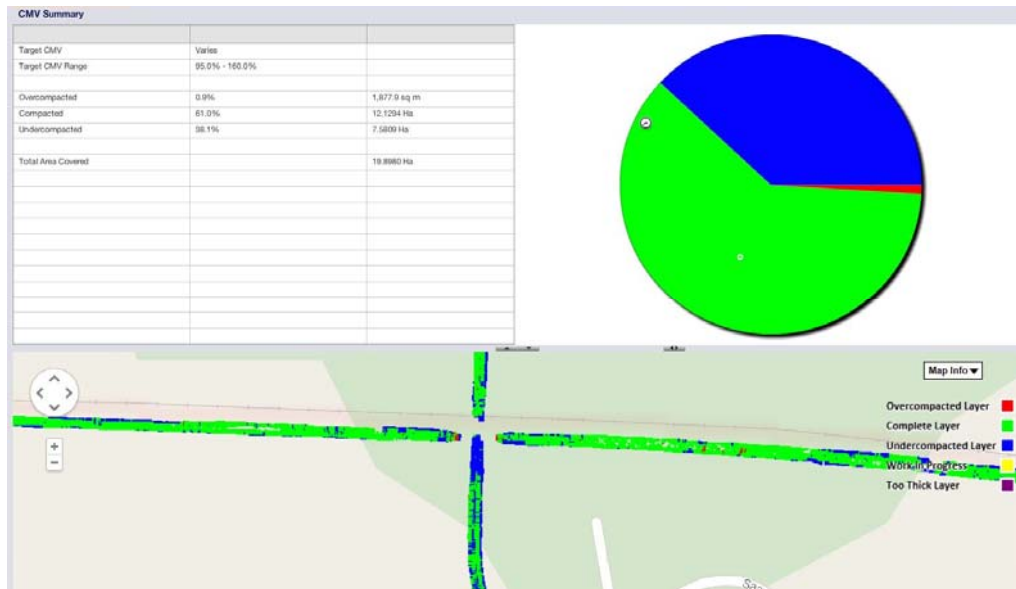
*Kuva 11. GNSS-paikannusta ja tiiveysmittausta hyödyntävä jyrä ja sen koneohjausjärjestelmän käyttöliittymä.*

Tiiveydenseurantajärjestelmä vuokrattiin pilotointia varten Sitech Finland Oy:ltä, jonka asiantuntijat asensivat ja kalibroivat järjestelmän. Pilotin aluksi tehtiin koetiivisyys, jossa mitattiin valittujen referenssipisteiden levykuormituskoearvot ja dokumentoitiin vastaavat ohjausjärjestelmän suhteelliset CMV (compaction meter value) tiiveysarvot. Näiden perusteella määritettiin ohjausjärjestelmälle tiiveyden tavoitearvot, joihin työn aikana tulisi pyrkiä. Ajatuksena oli, että Jos GNSS-jyrän ja levykuormituslaitteen mittaustulokset korreloivat luotettavasti, tavoitteena on vertailun perusteella tehdä johtopäätökset ja ehdotus GNSS-jyrän hyödyntämisestä tiiveyden ja kantavuuden seurannassa.

Kuljettajalle järjestelmän käyttö opastettiin ja havaintojen mukaan sen käytön oppiminen oli suhteellisen nopeaa ja helppoa. Järjestelmä näyttää kuljettajalle väreillä kun tiiveys on vaaditun mukainen. Kartan värin muuttuessa vihreäksi rakennetta on tiivistetty riittävästi. Pilotointialueen tiiveys mitattiin kauttaaltaan GNSS-jyrällä ja se tuotti mittausalueesta suhteellista tiiveyttä kuvaavan karttatulosten sekä työkooneessa että palvelinkäyttöliittymässä tarkasteltavaksi. Tiivistetyn rakenteen päältä otettiin levykuormituskokeita työselityksen vaatimusten mukaisesti ja tuloksia verrattiin GNSS- jyrästä saatuihin tuloksiin. GNSS-jyrän CMV-arvojen ja levykuormitusmittaustulosten vertailtavuus koettiin ongelmalliseksi, koska palvelimella toimivan karttapohjaisen Visionlink tiiveydenseurantajärjestelmään ei nykytoiminnoilla voida tuoda levykuormituskokeiden paikkatietoja vertailutiedoksi GNSS-jyrän mittaamille tiiveystiedoille. Tästä huomiosta annettiin palautetta laitevalmistajalle, jonka tavoitteena on jatkossa mahdollistaa vertailun tekeminen.

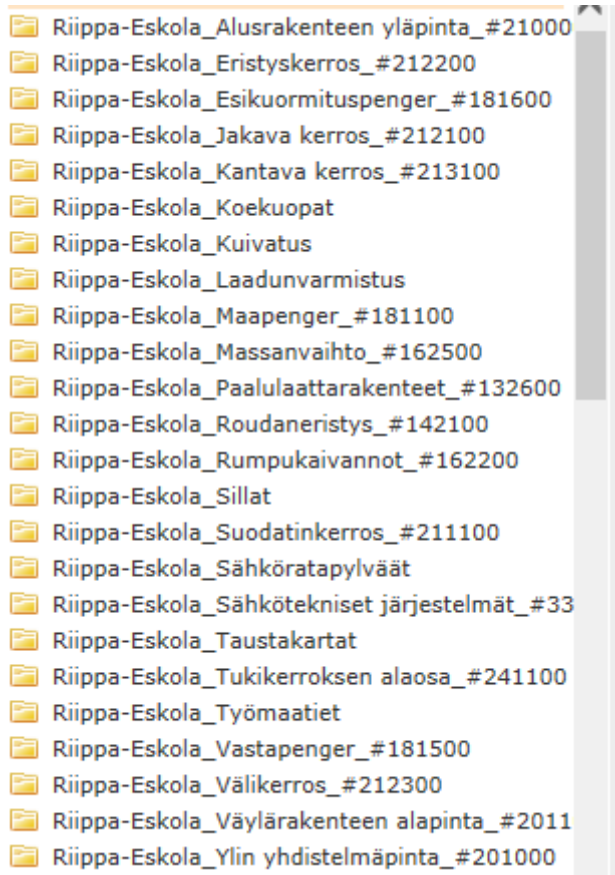
Urakoitsijan tavoitteena oli myös, että levykuormituslaitteella tehtäviä mittauksia voidaan harventaa ja tehdä niitä vain tiiveydeltään heikoimmiksi todetuista jyrän järjestelmän ehdottamista paikoista. Heikoimman kohdan täyttäessä vaaditun kantavuuden suhteen, voidaan todeta että myös muu alue on vaatimukset täyttävä. Tavoitteena oli tehdä GNSS -jyrän ehdottamien heikoimpien kohtien levykuormitusmittaukset ja tulosten analysointi ja ehdotus uudeksi toimintatavaksi saatavien mittaustulosten perusteella. Tämä tehtävä jäi tässä pilotissa kehittämisresurssien puutteen vuoksi vielä kesken ja sitä on tarve jatkaa seuraavissa kohteissa.

Mielenkiintoa herätti myös ajatus, että tiiveydenseurantakriteerinä käytettäisiin CMW-muutoksen suuruuden seuranta jyrän eri ajokertojen välillä. Sitechin tietojen mukaan Norjassa on käytössä menetelmä, jossa tiiveydenmuutoksen ollessa pienempi kuin 10 % peräkkäisten ajokertojen välillä, tiiveyden katsotaan olevan riittävä ja se voidaan lopettaa. Tämän toimintatavan pilotointi oli projektissa tavoitteena syksyllä 2014, mutta talven tultua sen toteutus jäi tekemättä ja sitä tavoitteena jatkaa seuraavassa pilottikohteessa.



Kuva 12. Visionlink-näkymä CMV arvoista.

Tuotannon seurannassa kuitenkin voitiin todeta, että GNSS-jyrän karttanäytön osoittaessa vihreää olivat levykuormitusmenetelmällä mitatut kantavuudet vaatimusten mukaisia ja rakenteiden tiiveys kehittyi vaatimusten mukaan. Vaikka korrelaatiota eri tiiveyden mittausmenetelmistä saatavien tulosten välillä oli vaikea osoittaa, niin mallipohjaisesta tiiveydenseurannasta saatiin hyötyä jo pilotin aikana tuotannossa. Havaintona oli että ylijyräämistä voitiin välttää ja jyräyksen läpimenoaika lyheni kun noudatettiin GNSS-jyrän ohjausjärjestelmän antamaa tietoa.



Kuva 13. Infrakitiin luotu mallipohjaisen aineiston kansiorakenne Riippa–Eskola RU2 -urakassa.

### 2.3.3 Toteumamallin kokoaminen työmaalla

Väylän alus- ja kerrosrakenteiden osalta työnaikainen laadunvarmistusaineisto muodostuu toteutusmalleista, toteuma- ja tarkemittauspisteistä sekä valokuvista, jotka tallennetaan Infrakit-työkaluun mallipohjaisen laadunvarmistusprosessin tuloksena. Näistä tiedoista muodostuu mallipohjaisen laadunvarmistusprosessiin tuottama toteuma-aineisto, jota esimerkiksi työmaan valvoja hyödyntää hyväksyessään rakenteen vastaanotetuksi. Tätä toteuma-aineistoa ei ole tarkoitus mallintaa uudestaan, vaan hyödyntää sitä työnaikaisessa laadunvarmistuksessa ja se voidaan arkistoida sellaisenaan. Aineistosta luovutetaan tarvittaessa myös mallipohjaisen laadunvarmistuksen dokumentit ja havainnot malliselostuksessa. Toisaalta tämä on vain osa laajempaa toteumamalliaineistoa, jonka määrittely on vielä kesken.

## 2.4 Ylläpitoprosessi

### 2.4.1 Lähtötilanne

Liikenneviraston ratapuolen tiedonhallintaa ja tietotarpeita on selvitetty CC Infra Oy:n toimesta aikaisemmin ”Kuntoanalyysien uudet mallit” (2010), ”Tiedonhallinnan prosessien kehitys” (2010–2011) sekä ”Puuttuvat ratarekisteritiedot” (2012) -asian tuntijatöissä. Kuntoanalyysien uudet mallit projektin loppuraportti on julkaistu Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä julkaisusarjassa 14/2010.

Aikaisempien selvityksien yhteydessä on käynyt ilmi, että Liikenneviraston omaisuuden hallinta ratatiedon osalta on puutteellista. Tämän hetken suurin ongelma on se, ettei Liikennevirastolla ole hallussaan kaikkia tietoja vaan osa niistä on kunnossapitäjillä. Tiedot ovat myös useassa eri formaatissa, mikä hankaloittaa tietojen jatkokäsittelyä.

Ongelmana radan rekisteri- ja omaisuustietojen kartoittamisessa on myös rekisteritietojen hajanaisuus Liikenneviraston sisällä. Liikennevirasto on solminut VR Track Oy:n kanssa Rekisteri- ja palvelusopimuksen, joka kattaa 27 rekisterin ja tietokannan päivittämisen. Virallisten rekisterien lisäksi on kuitenkin myös paljon epävirallisia rekistereitä yksittäisten henkilöiden käytössä. Lisäksi osa tiedoista on kokonaan keräämättä.

Tietojen kerääminen ei kuitenkaan yksistään riitä. Tietoja on ylläpidettävä säännöllisin väliajoin, jotta niistä saadaan tarvittava hyöty.

Tien ylläpidon ja hoidon osalta omaisuustiedon hallinta on kehittyneempää kuin ratojen kunnossapidossa. Tietosisällön ja tiedon saatavuuden osalta on kuitenkin selvä kehittämistarve.

Nykytilanteessa tien elinkaaren aikainen tieto on hankalasti saatavissa ja puutteellista hoidon ja ylläpidon tietotarpeiden kannalta. Esimerkiksi hoitourakoiden tarjouslaskentavaiheessa on alueellisen laajuuden takia lähes mahdoton tarkentaa tieympäristön ja rakenteiden hoidon työmääriä laskennan tarpeita vastaaviksi. Määräriskien ja kuntotasoa koskevien tietopuuteiden pienentäminen vähentäisi tarjouksiin liittyviä riskivaroja.

Tällä hetkellä investointipäätöksiä ja kunnossapitotoimia tehdään osittain puutteellisin tiedoin. Kattava omaisuus ja rekisteritietojen hallinta edesauttaa tekemään ennaltaehkäiseviä toimia kunnossapidon saralla. Niiden avulla voidaan kohdistaa huolto- ja ylläpidon toimenpiteet oikein sekä ennustaa radan osien elinkaarta pidemmälle ja varmemmin kuin tähän asti. Tietojen hajanaisuus aiheuttaa paljon turhaa ja moninkertaista työtä. Inframodel3:n toivotaan tuovan apua tiedonhallintaan.

Ideaalitilanteessa investointivaiheen tarvittavat toteutumattomat tiedot olisivat käytettävissä hoito- ja ylläpitourakoiden kilpailuttamis- ja toteuttamisvaiheissa, sekä väyläomaisuuden hallinnassa. Lisäksi tietoja voitaisiin ylläpitää ja täydentää luontevasti osana hoito- ja ylläpitourakoiden toteuttamista.

Ideaalitilanteen saavuttaminen edellyttää yhteistyötä eri väylänpitäjien välillä. Yhteinen tietomalli mahdollistaa laaja-alaisen hyödyntämisen. Kehittämisen ja hyödyntämisen kannalta on erittäin tärkeää, että tietomallin käytettävyys on maanteiden lisäksi myös kuntasektorin väylien ja alueiden osalta. Tietosisällön osalta hoito- ja ylläpitovaiheen tietotarpeet ovat investointivaihetta rajatumpaa. Kevennetty, hoitoa ja ylläpitoa palveleva tietosisältö on tarpeellista, jotta tietosisältöön saadaan mukaan kohtuullisella aikajänteellä koko tie- ja katuverkko. Mallin tietosisällön tarkoituksenmukainen hahmottaminen on helpompaa ylläpitoluonteisissa töissä, joissa palautetaan kohde kuntatasoltaan alkuperäiseen kuntotasoon (esim. tien perusparannuskohde tai urakoissa, joissa sisältö kattaa suunnittelun ja rakentamisen lisäksi hoidon ja ylläpidon vaiheet).

### 2.4.2 Haastattelut

Tässä projektissa haastateltiin eri osapuolien edustajia ja kartoitettiin heidän ajatuksiaan ja tarpeitaan toteutumamallin sisällöstä. Noin puolet haastattelukutsun saaneista osallistui haastatteluihin.

Haastateltavia henkilöitä olivat seuraavat:

- Heikki Karjalainen, Destia Oy
- Jukka Ikonen, Destia Oy
- Vilho Vanhatalo, Oulun kaupunki
- Markku Mustonen, Oulun kaupunki
- Kai Mäenpää, Oulun kaupunki
- Sauli Heikinheimo, Oulun kaupunki
- Heikki Pulkkinen, Oulun kaupunki
- Mika Jutila, Oulun kaupunki
- Minna Komulainen, Oulun kaupunki
- Eero Sihvonen, Helsingin kaupungin rakennusvirasto
- Anna Keskinen, Helsingin kaupungin rakennusvirasto
- Esko Laiho, Helsingin kaupungin rakennusvirasto
- Teemu Poussu, Liikennevirasto
- Anne Partanen, Liikennevirasto
- Jukka P. Valjakka, Liikennevirasto
- Veijo Valtonen, Liikennevirasto
- Jarkko Pöyhönen, Pohjois-Pohjanmaan ELY
- Jarkko Pirinen, Pohjois-Pohjanmaan ELY
- Antti Karjalainen, WSP Group Oy

Haastateltavat valittiin heidän asiantuntemuksensa perusteella. Työssä haluttiin saada laaja-alainen katsaus infra-alan ylläpidon tietotarpeista. Sekä siitä miten ja miltä osin niihin voitaisiin vastata BIM:n avulla. Ylläpito kattaa tässä raportissa sekä hoidon että kunnossapidon.

Haastattelut pidettiin elo-lokakuun 2014 aikana vapaamuotoisen haastattelurungon avulla. Runko lähetettiin haastateltaville etukäteen tutustuttavaksi. Haastattelujen alussa esiteltiin projekti ja kerrottiin yleistietoa tietomallintamisesta ja sen nykytilanteesta. Alustuksen jälkeen esitettiin keskustelun herättämiseksi muutamia kysymyksiä. Haastattelujen yhteydessä tuli esille asioita aiheeseen liittyen laajemminkin. Kysymykset ja aihealueet vaihtelivat hieman haastateltavan taustasta riippuen. Alla on listattu haastattelujen kysymyksiä:

Mitä mielikuvia tai ajatuksia BIM herättää?

- Oletko törmännyt työssäsi BIMiin?
- Koetko tarvitsevasi BIMiin liittyvää koulutusta tai ohjeistusta?
- Mitä tietoja kunnossapidossa tarvittaisiin suunnittelu- ja rakentamisvaiheesta?
- Mitkä tiedot ovat nykyisin vaikeasti saatavilla?
- Mitkä ovat keskeisimmät infran ominaisuustiedot hoidon ja ylläpidon näkökulmasta?
- Mitä tietoja kunnossapidosta tarvitaan investointien lähtötiedoksi?
- Mitkä ovat tietomallintamisen konkreettisimmat hyödyt kunnossapidossa (mm. laserkeilatun mallin hyödyntäminen painumaseurannassa tai näkemien tarkastelussa)?

- Mitä tietoja tarvitsisit tarjouslaskentaan? Onko nykyisissä tiedoissa puutteita?
- Miten tietomallia voitaisiin hyödyntää (kunnossapidon) tarjouslaskennassa?
- Onko laadunvarmistuksessa ongelmakohtia joihin tarvitsisit apua?
- Mitä tietoja tietomallissa tulisi olla, jotta siitä olisi apua laadunvarmistuksessa?
- Mitä tietoja tietomallissa tulisi olla, jotta siitä olisi apua työn sujuvuuden parantamisessa (mm. aikataulu, kustannukset, työmenetelmät)?
- Millaisena näet infran omaisuudenhallinnan tavoitetilan vuonna 2025?

Haastattelun tuloksia on käsitelty Liitteessä 2 ja tämän raportin kohdassa 3.4.

Haastatteluissa ei otettu kantaa siihen, missä muodossa tai formaatissa tietomalleja käytetään tai siirretään. Haastattelujen tulokset kuvaavat ylläpitäjien tietotarpeita ilman rajoittumista tiettyyn tiedonsiirtoformaattiin tai ohjelmistoon.

## 3 Tulokset

### 3.1 Suunnitteluprosessi

#### 3.1.1 Toteutusmallin tuottaminen Inframodel3-formaatissa

Toteutusmallien testaaminen painottui aluksi hyvin paljon teknisen sisällön korjaamiseen ja suunnitteluohjelmiston toimivuuden ja käytettävyyden parantamiseen. Tekla Civil päivittyi hankkeen aikana versiosta 13.2-00 versioon 14.2-02. Ohjelmistokehitystä tapahtui hankkeen aikana paljon ja pääosa suunnitteluohjelmiston havaituista vioista ja puutteista sekä kirjoitetun Inframodel3 -muotoisen toteutusmallin virheet saatiin korjattua.

Kun tekninen sisältö saatiin kuntoon, keskityttiin eri sisältöisten ja kombinaatioin kirjoitetun toteutusmallien hyödyntämismahdollisuuksien tarkasteluun. Yhteistyössä työmaan automaatio-operaattorin ja koneohjausjärjestelmien kehittäjien kommenttien perusteella yksittäisen toteutusmallitiedoston sisällöksi valikoitui yhden väylän tai sen osan yhden pinnan taiteviiva-aineisto siten, että taiteviivat ovat määritelty rakennekerrokselle VTT:n ”Inframodel tiedonsiirron sovellusohje LandXML v1.2” mukaisesti ”IM\_Stringlinelayers” rakennelaajennuksessa. Varusteet kirjoitettiin väyläkohtaisiin tiedostoihin. Suunnitteluohjelmiston rajoitteiden vuoksi ei toistaiseksi ollut mahdollista sisällyttää toteutusmalleihin kaikkia kappaleessa 2.1.1 mainittuja rakennelaajennuksen mukaisia poikkileikkausparametreja tai vesihuollon lisätietoja.

Toteutusmallit laadittiin yllä mainitun mukaisesti ja tarkastettiin suunnittelijan toimesta, että mallit olivat InfraFINBIM-ohjeistuksen mukaiset. Tiedonhallintaa varten laadittiin kuvan 1 mukainen kansiorakenne, johon toteutusmallit kirjoitettiin Inframodel3-formaatissa. Toteutusmallit toimitettiin työmaalle, jossa automaatio-operaattori tarkasti vielä aineiston ja tuotti aineistosta inframodel3 -formaatin mukaisen koneohjausjärjestelmiin soveltuvan kolmiomallin.





Kuva 14. Pilottia varten luotu kansiorakenne.

### 3.1.2 InfraFINBIM toteutusmalliohjeen ja InfraBIM -nimikkeistön kehittämistarpeet

Toteutusmallien laadinnassa testattiin InfraBIM -nimikkeistön toimivuutta sekä sen riittävyttä. Nimikkeistö on vielä puutteellinen eikä kaikkia tarvittavia pintoja ole ohjeisiin listattu. Pinnoista esimerkiksi kaivantoihin liittyvät täytöt, siirtymäkiilat, eroosiosuojaukset, kiveykset, kasvualustat ja sitomattomat pintarakenteet puuttuvat kokonaan nimikkeistöstä. Taiteviivojen suurimpana puutteena on mittalinjan kohdalla olevan taiteviivan nimeämiskäytäntö, joka ohjeen mukaan tulee olla ”pinnan taite” vaikka rakenteessa ei ko. kohdalla ole taitetta. Nimikkeistöön tulisi myös määrittää viralliset nimeämisohteet ja koodit maakerrosrajoille.

Työssä sovellettiin InfraFINBIM ohjetta ”Osa 4 Rakennemallit; maa-, pohja ja kallio- rakenteet, päälly- ja pintarakenteet”. Hankkeen aikana ohjeen sisältöä käytiin läpi yhdessä ohjeen laatijan Sami Snellmanin kanssa sekä tuotiin esille työn aikana ilmenneet kysymykset ja ehdotukset. Nämä havaitut korjaustarpeet on annettu suoraan ohjeen tekijälle Sami Snellmanille tiedoksi.

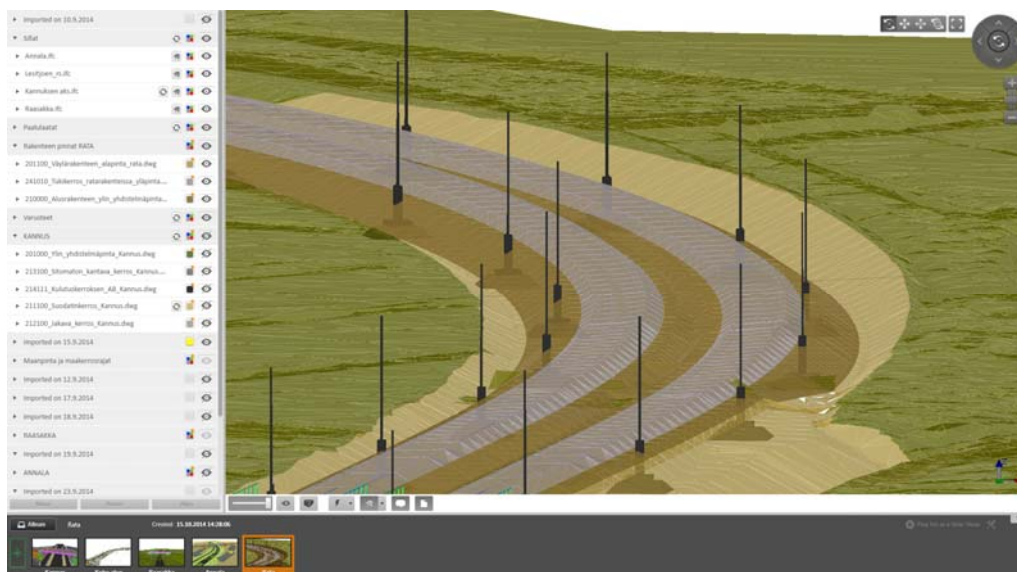
### 3.1.3 Yhdistelmämallin testaus

#### 3.1.3.1 Tekla Bimsight (versio 1.9.1)

Tekla Bimsight on ilmainen ohjelma tietomallien tarkasteluun. Bimsightin tuettuihin tiedostomuotoihin ei sisälly Inframodel3-formaattia, mutta Bimsightin etuna on kuitenkin täydellinen IFC-tiedostomuotojen tuki ja helppokäyttöisyys. Väylien pintamallit, varusteet ja maaperämalli tulee yhdistelmämallia varten tulostaa suunnitteluohjelmistosta dwg-muodossa. Ohjelman puutteena on se, että ohjelma ei ymmärrä esimerkiksi kappaleessa 3.1.1 esiteltyä kansiorakennetta, joka johtaa siihen, että kaikki tiedostot ovat projektikansion juuressa. Tiedostot pystyy kuitenkin ohjelman sisäisessä puuvalikossa järjestämään loogisiksi kokonaisuuksiksi. Suunnittelijan on helppo luoda työmaan henkilöitä varten yhdistelmämalliin näkymiä, joiden avulla he pääsevät helposti tarkasteltavan kohteen luokse. Yhdistelmämallin saa kirjoitettua yksittäiseksi \*.tbp -tiedostoksi, joten sen jakaminen muille osapuolille on helppoa. Inframodel3-formaatin tuen puuttuminen aiheuttaa sen, että Civilistä tulostetusta aineistosta katoaa kaikki metatieto. Yhdistelmämallin avulla pystyy kuitenkin tekemään törmäystarkasteluja ja rakenteiden yhteensovitusta ja suunnitelma-alueesta saa hyvin havainnollistavan kokonaiskäsityksen. Kuvissa 2 ja 3 on otteet pilottikohteen yhdistelmämallista.



Kuva 15. Tekla Bimsight yhdistelmämalli; Raasakan alikäytävä

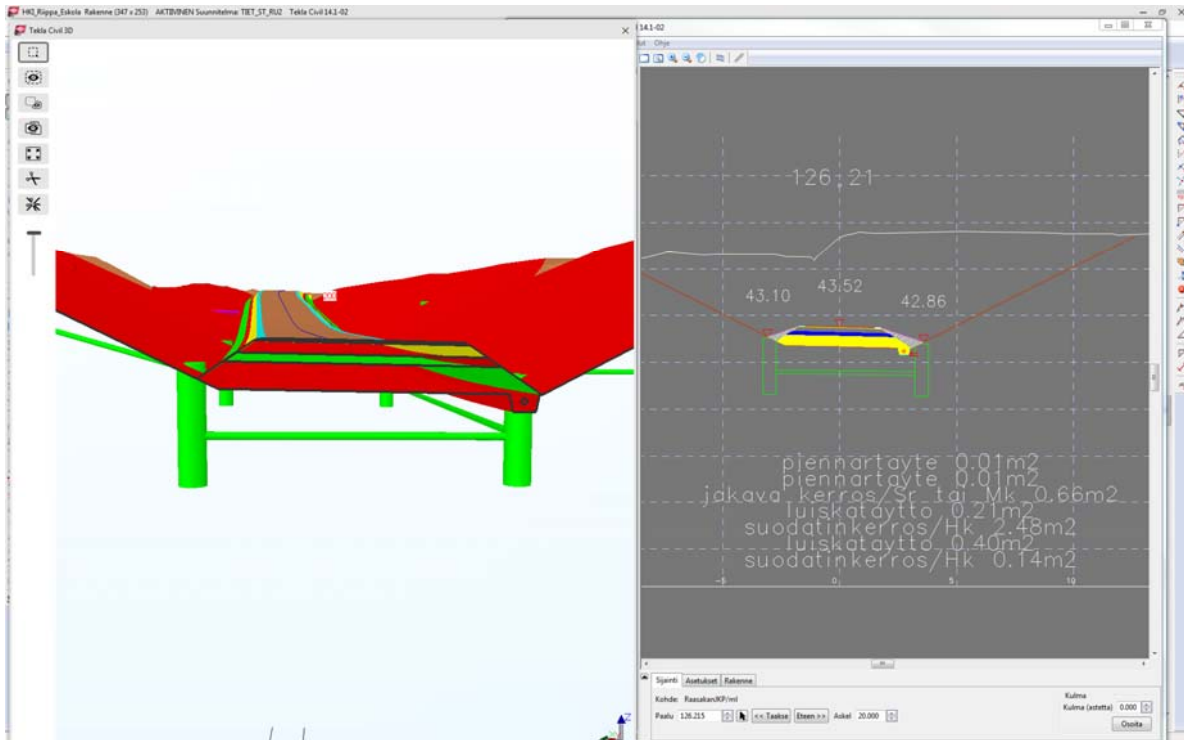


Kuva 16. Tekla Bimsight yhdistelmämalli; Ratalinja.

### 3.1.3.2 Tekla Civil (versio 14.1-02)

Tekla Civil päivittyi hankkeen aikana versioon 14.1-02, jolla on mahdollista tuoda suunnittelun tueksi taitorakenteiden IFC -malleja ja tarkastella näitä Civilin uudessa 3D-sovelluksessa, joka perustuu Bimsightissa käytössä olevaan moottoriin. Civilillä pystyy 3D-sovelluksen rinnalla samanaikaisesti tarkastelemaan myös suunnitelman tasokuvaa, pituus- ja poikkileikkauksia sekä rakenteen massoja. Kuvassa 4 on tarkastelussa radan alittavan väylän 3D-malli sekä saman kohdan 2D-poikkileikkaus massoineen. Myös varsinaista suunnittelua pystyy 3D-sovelluksessa tekemään, jolloin suunnittelun vaikutus muihin rakenteisiin on samanaikaisesti havaittavissa.

Kyseessä oli vasta Tekla Civilin 3D-sovelluksen ensimmäinen versio, jossa on vielä puutteita, mutta sitäkin enemmän siinä nähtiin tulevaisuuden mahdollisuuksia. Yhdistelmämallia pystyy tarkastelemaan reaaliajassa suunnittelun edetessä eli erillistä pintamallien uloskirjoitusvaihetta ei tarvita. Toistaiseksi Tekla Civilin yhdistelmämalli soveltuu vain suunnittelun apuvälineeksi, mutta jos toivotut uudistukset toteutuvat, kuten yhdistelmämallin uloskirjoitus esim. Bimsightin .tbp-formaattiin, kuvautumisen helppo määrittäminen, koordinaattien ja metatietojen näyttö sekä mittaus työkalun lisäys, on sovellus helposti hyödynnettävissä työmaalla Civilin oman tietokannan kautta sovelluksen ”työmaatoimistotilassa” ja esimerkiksi tilaaja pystyisi tarkastelemaan mallia Bimsightin avulla.



Kuva 17. Tekla Civil yhdistelmämalli; Raasakan alikäytävä

## 3.2 Toteutusprosessi

### 3.2.1 Inframodel3-toteutusmallin sisään luku työmaasovelluksiin

Pilotissa testatut työmaasovellukset ovat mittauksen, työnjohdon, valvonnan ja työkonereiden kuljettajien käyttöön tarkoitettuja ohjelmistoja, joissa IM3-toteutusmalleja halutaan hyödyntää. Inframodel3-toteutusmallit saatiin käyttöön työmaasovelluksissa tavoitteita laajemmin, varsinkin Inframodel3-toteutusmalleja hyödynnettiin rakenekerrosten osalta miltei koko Riippa–Eskola RU2 -hankkeen laajuudella. Tekla Civil-suunnitteluohjelmistolla tuotetut Inframodel3-toteutusmallit saatiin sisään luettua 3D-Win mittausohjelmistoon ja edelleen jatkojalostettua Inframodel3-koneohjausmalleiksi.

Tekla Civilillä tuotettu Inframodel3-varusteet, kaivot ja putket saatiin sisään luettua 3D-Win ohjelmiston ja edelleen jatkojalostettua mittaus- sekä koneohjausmalleiksi, mutta ei Inframodel3-formaatissa. Koneohjausjärjestelmät eivät kykene toistaiseksi hyödyntämään varusteita kuvaavia Inframodel3-malleja, joten siltä osin formaattia ei voitu hyödyntää. Kun toiminnot koneohjausjärjestelmissä kehittyvät esimerkiksi pylväsjalustojen ja kaivojen/putkien kaivu- ja asennustöissä voidaan käyttää IM3-malleja.

Mittausohjelmistoista 3D-Win toimi Inframodel3-toteutusmallien sisään lukuun että ulos kirjoitukseen. Ohjelmistossa kokeiltiin useita eri sisältöisiä toteutusmalleja; rakenne-malli radasta sekä kadusta, taiteviiva-aineisto, yhden rakenneosan toteutusmalli. Kaikki saatiin sisään luettua 3D-Winiin ongelmitta. Kaivo- sekä putkilinjatietoja sisältävä Inframodel3-tiedosto pystyttiin myös sisään lukemaan ohjelmaan, mutta uloskirjoitus samaan formaattiin ei onnistunut.

SBG Geo Professional -ohjelmaan saatiin sisään luettua Tekla Civilillä sekä 3D-Winillä tuotettuja Inframodel3-toteutusmalleja. Inframodel3-kaivot ja putkilinjat tiedostoa ohjelmaan ei saatu luettua.

Trimble Business Centeriin saatiin sisään luettua 3D-Winillä tuotettu Inframodel3-radan rakenneosan kolmioitu koneohjausmalli, joka edelleen jatkojalostettiin Trimblen koneohjausjärjestelmien vaatimaan formaattiin.

Tiedonsiirtopalvelimista Infrakit kykeni käsittelemään Inframodel3-koneohjausmalleja ja edelleen siirtämään ne Novatronin koneohjausjärjestelmillä varustettuihin työkoneisiin. Infrakitiin kyettiin lataamaan myös Inframodel3-tiedosto joka sisälsi kaivo- ja putkilinja tietoa, tosin tätä tiedostotyyppiä ei vielä tässä vaiheessa kyetty ottamaan tuotantokäyttöön. Muiden tiedonsiirtopalvelinten, Icon Telematics, TCC Explorer, valmiutta Inframodel3-aineistojen käsittelyyn ei kokeiltu, koska koneohjausjärjestelmistä, joihin kyseisten palvelinten kautta tieto siirtyy, ei pystytä hyödyntämään Inframodel3-koneohjausmalleja.

Novatron Oy:n valmistamat koneohjausjärjestelmät ovat tällä hetkellä ainoat järjestelmät, joissa voidaan hyödyntää Inframodel3 -koneohjausmalleja väylän rakenneosien koneohjausmalleissa. Novatron Oy:n valmistamissa koneohjausjärjestelmissä pystyttiin hyödyntämään Inframodel3 -formaattia, myös jo aiemmissa tuotantoon julkaistuissa versioissa. Tämä mahdollisti formaatin käyttöönoton RU2 -hankkeella koko urakka-alueen kattavasti, ei ainoastaan ennalta määrätyllä pilottikohteella, jolla oli tarkoitus testata Inframodel3-formaatin hyödyntämistä tuotannossa. Vielä kehitysversioasteella olevassa 3D-kaivusovelluksessa havaittiin useita hyödyllisiä ominaisuuksia. Yhtenä tärkeimmistä on, että IM3 malleja käyttävässä Novatronin kaivuusovelluksessa työkoneiden kuljettajat hahmottavat aktiivisen rakennepinnan lisäksi myös kyseisen rakenneosan muut rakennepinnat poikkileikkauksessa samaan aikaan. Kokonaiskuva rakenteesta mahdollistaa paremmin työnsuunnittelun ja nopeuttaa työn tekemistä kun eri malleja ei tarvitse avata erikseen.

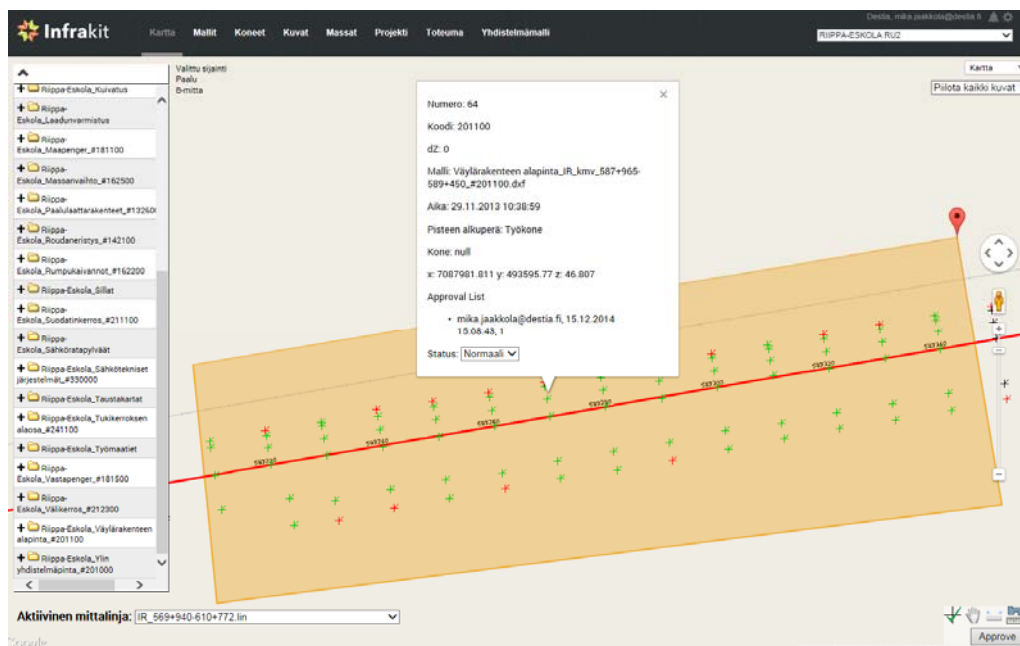
Inframodel3-formaatin saaminen tuotantokäyttöön on osa laadunvarmistuksen kokonaisuudesta. Jotta formaatti voidaan ottaa käyttöön mallipohjaisessa rakentamisprosessissa, on oltava myös työkalut joilla aineistoja voidaan käsitellä ilman että tietoa katoaa tai vääristyy.

### **3.2.2 Toteutusmallin hyödyntäminen tuotannossa (työkoneautomaatio, mittausjärjestelmät, sillat)**

Mallipohjaisista toiminnoista saatavista hyödyistä työmaalla tärkeimpiä on jatkuvan paikannustiedon saaminen työnjohdon ja valvojien käyttöön. Väylän rakennesuunnitelman tehtävät on sidottu kilometrilukemaan tai paalutukseen. Väylähankkeessa paikannusjärjestelmästä tulee saada paalu- tai kilometrilukeman reaaliaikainen tieto työmaalla liikkuville käyttäjille. Tämä oli lähtökohtana kun Infrakitin mobiiliin käyttöliittymään kehitettiin Inframodel3 ratageometriaa lukeva toiminto. Lisäksi karttanäytöltä voi havaita oman paikkansa suhteessa toteutusmalleihin ja Google Map -järjestelmän kartta-aineistoon. Työnjohto ja valvojat hyödynsivät paikannustoimintoa työmaalla jatkuvasti pilotin ajan.

Infrakitin mobiilissa käyttöliittymässä voitiin tehdä suunnitelmien ja toteutusmallien tarkastelu työmaalla paikanpäällä, mikä mahdollisti aiempaa joustavamman työn suunnittelu ja ohjauksen. Myös mallipohjaisen laadunvarmistuksen tuottaman toteutumadatan reaaliaikainen havainnointi mahdollisti valvojan ja työnjohdon välittömän reagoinnin laatu-poikkeamiin. Nämä ajantasaiset tiedot työmaan toteuman sekä laadun todellisesta tilanteesta nopeuttavat päätöksentekoa ja lyhentävät tehtävien läpimenoaika. Lisäksi on havaittu, että kun toteutusmallit ja työkoneiden tarkkuus on tarkastettu säännöllisesti virheiden määrä ja virhekustannukset vähentyvät. Tämä perustuu kokeneiden automaatio-operaattoreiden ja työnjohdon havaintoihin tuotannossa, mutta virheiden määrää ei erikseen mittaroitu.

Pilotin aikana työnjohdon havaitsemista tarpeista Infrakitiin kehitettiin toimintoja, joilla valvoja voi rakennepaikoittain hyväksyä toteumapisteet ja samalla kyseistä rakenteesta rajatun kohteen vaatimusten mukaan toteutetuksi. Kun toteumapisteet ovat sekä työnjohdon että valvojan tarkasteltavina läpinäkyvästi ja niiden poikkeamatiedot saadaan luettua joko kartalta tai taulukosta. Valvoja voi hyväksyä alueen, jonka tuloksena toteumapisteiden väri muuttuu mustasta vihreäksi. Kun työnjohto saa tiedon hyväksynnästä, voidaan esimerkiksi jatkaa seuraavan päälle tuleva kerroksen rakentamista. Muita havaittuja kehitystarpeita olivat esimerkiksi poikkileikkauksen katselutoimintoihin liittyvät parannustarpeet.



Kuva 18. Valvojan työkalu toteumapisteiden laadun hyväksyntään Infrakit-järjestelmässä. Tarkastettu alue voidaan rajata ja hyväksyä, jolloin toteumapisteiden väri muuttuu vihreäksi.

## 3.3 Laadunvarmistusprosessi

### 3.3.1 Mallinnus- ja laadunvarmistusohjeiden päivitykset

Mallipohjaisen laadunvarmistuksen prosessikuvaus täydentyi pilotin tuloksena radan rakenteiden tarkkuusvaatimusten ja yleensäkin menetelmäkuvausten tarkentumisen osalta. Ohjeeseen tehtiin menetelmäkuvaus radan välikerroksen geometrisen laadunvalvonnan osalta. Menetelmäkuvaus on tämän raportin liite nro 1.

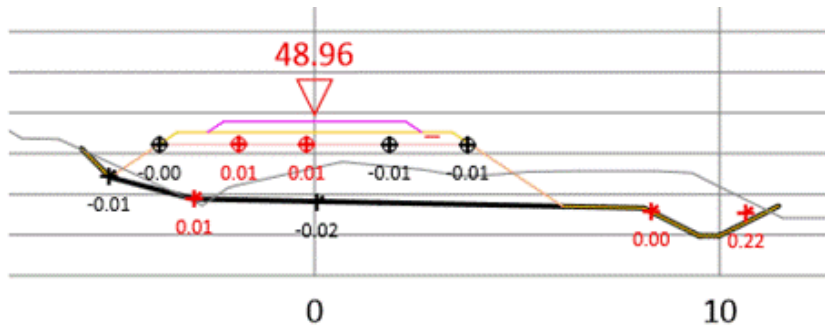
### 3.3.2 Mallipohjaisen laadunvarmistusmenetelmän kehitys

Pilotissa touko-syyskuun aikana tehdyn todentamisjakson tuloksena selvitettiin GNSS-paikannetun tiehöylän ja jyrän käyttökelpoisuus radan välikerroksen työnaikaiseen laadunvarmistukseen sekä geometristen mittojen osalta. Mittaustulosten laskenta ja analysointi tehtiin kuukauden jaksoissa. Toukokuun tulosten perusteella havaittiin tarkkuudessa selkeitä parannustarpeita. Toteutumamittauksen tarkkuutta pyrittiin parantamaan mittausprosessia ja tekijöiden huolellisuutta kehittämällä. Kesäkuun todentamisjaksolla havaittiin mittaustarkeyden parantuminen, joka edelleen kehittyi heinäkuun aikana. Noin kymmenen kilometrin todentamisjakson mittauksista laskettujen tarkkuuden tunnuslukujen perusteella todettiin GNSS-tiehöylän työn jäljen korkeustarkkuuden keskihajonnan olevan parhaimmillaan noin 10 mm ja keskiarvon lähestyvän nollaa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että tarkemittauksista noin 98 prosenttia oli +/- 20 mm sisällä ja noin 70 % mittauksista oli +/- 10 mm sisällä. Sekä tiehöylän että jyrän paikannustarkkuuden todettiin olevan samalla tarkkuustasolla. Todentamisjakson tuloksiin perustuen Riippa-Eskola RU2 -urakan työmaakokouksessa tehtiin päätös että GNSS-paikannuksella toimivat tiehöylä ja jyrä voidaan ottaa käyttöön koko urakan laajuudelta myös ylempien rakennekerrosten osalta (väli- ja kantavan kerroksen rakentamisessa ja korkeustarkkuuden seurannassa).

Pilotissa jatkokehitetyn mallipohjaisen laadunvarmistusmenetelmän neljän osavaiheen pääsisältö:

- 1 Toteutusmallin oikeellisuuden varmistaminen ja dokumentointi, jolla varmistetaan tuotantoa ohjaavan toteutusmallin laatu ja hyödynnettävyys rakentamisessa.
- 2 Työkoneautomaatiojärjestelmän GNSS-paikannuksen tarkkuuden säännöllinen seuranta ja dokumentointi, jolla varmistetaan että työkoneautomaatiojärjestelmät toimivat vaaditulla tarkkuudella.
- 3 Työkoneautomaatiojärjestelmällä tehtävä toteutumamittaus, jolla toteutetaan työnaikainen rakenteiden mittatarkkuuden laadunvalvonta ja josta saadaan tieto työn etenemisen seurantaan. Työkoneella 20 m välein tehtävä toteutumamittaus korvaa perinteisen manuaalisen tarkemittauksen.
- 4 Tarkemittaus takymetrillä 200 m välein sekä rakenteiden muutoskohdista. Työkoneautomaation GNSS-mittausta tarkemmalla takymetri-mittauksella tehtävällä tarkemittauksella todennetaan, että rakenteet on tehty vaatimusten mukaisesti.

Väylän alusrakenteen toteutumamittaukset tehtiin pääosin kaivukoneella ja radan rakennekerrosten viimeistely tehtiin GNSS- paikannetulla tiehöylällä ja dokumentoitiin GNSS-paikannetulla jyrän koneohjausjärjestelmällä.



Kuva 19. Mallipohjaisen laadunvalvonnan Infrakit-käyttöliittymässä työnjohto ja valvoja pääsivät tarkastelemaan työkonoiden tuottamaa toteuma-aineistoa ja mittalaitteiden tarkemittausaineistoa reaaliaikaisesti. PL-kuvasta nähdään väylärakenteen toteutusmallit sekä työkonilla tai mittalaitteilla tehtyjen toteumamittausten tulokset.

Radan välikerroksen geometrisen laadun seurantaan GNSS-paikannetulla jyrällä kehitettiin menetelmäkuvaus pilotin todentamisjaksoa varten ja sitä tarkennettiin pilotin kokemusten perusteella. Tätä työnaikaista laadunvarmistusmenetelmää testattiin todentamisjakson ajan ja sen todettiin toimivan tuotannossa. Seuraavassa on menetelmän päävaiheet:

- Ennen työn aloittamista jyrän kuljettajalle annetaan perehdytys järjestelmän käyttöön ja kirjallinen ohje toteumamittauksen oikeaoppiseen tekemiseen.
- GNSS-paikannetun jyrän paikannuksessa käytetään paikallista GNSS-tukiasemaa, jonka etäisyys työkoneseen saa olla korkeintaan kolme kilometriä.
- Jyrän GNSS-paikannustarkkuus tarkistetaan ennen käyttöönottoa työkohteessa. Tarkistus tehdään takymetrimittauksena paikallisessa koordinaatistossa.
- Työn aikana jyrän ohjausjärjestelmän GNSS-paikannuksen mittaustarkkuus tarkistetaan 2 krt /tv tai 2 krt/km/rakennekerros takymetri-mittauksena.
- Tiivistystyön aikana työkonen kuljettaja seuraa rakenteen korkeussijainnin toteutumista suhteessa teoreettiseen toteutusmalliin ja toleranssien ylityessä tiedottaa mittausvastaavaa/työnjohtoa.
- Kun rakenne on tiivistetty, jyrällä tehdään toteutumamittauksia tiivistetyn rakenteen päältä tasapaaluilta 20 m välein, rakenneosan reunoista ja keskeltä. Mittaus tehdään työkonie pysäytettynä.
- Toteutumapisteen tallentuvat jyrän järjestelmään ja ne siirretään työmaan johdon ja mittausvastaavan seurattavaksi Infrakit-järjestelmään.
- Lisäksi rakenteesta tehdään tarkemittaus takymetrillä 100 m välein ja kaarteissa tiheämmällä välillä aiemmin esitetyn taulukon mukaisesti (3 pistettä/poikkileikkaus).

Yllä kuvattu toimintatapa hyväksyttiin Riippa-Eskola RU2 -urakalla välikerroksen toteutus- ja laadunvalvontamenetelmäksi ja sitä hyödynnetään noin 30 km matkalla.



### 3.3.3 Tiiveyden laadunvarmistuksen kehitys

Tässä pilotissa havaittiin GNSS-jyrällä tehtävän tiiveyden seurannan tuottavan hyötyjä tuotantovaiheessa. Mallipohjaista seuranta hyödyntämällä ylijyräämistä voitiin välttää ja jyräyksen läpimenoaika lyheni. Tilaajan kokeneen valvontakonsultin, Erkki Mäen, mukaan mallipohjaisen rakentamisprosessin havaittiin tuottavan ainakin seuraavia hyötyjä: Radan tai väylän rakennekerroksen muotoilu kerralla oikeaan tasoon vähentää materiaalin lajittumista ja johtaa laadun hajonnan pienenemiseen, samalla kerrosrakenteiden homogeenisuus ja pinnan tasaisuus paranevat.

Mallipohjaisen tiiveyden seurannan menetelmän kuvaaminen jäi vielä toteuttamatta pilotin aikana. Kokemusten perusteella muodostui näkemys, että menetelmän tulee olla yksinkertainen, jotta sitä osataan hyödyntää tuotannossa. Perusajatus on, että GNSS-jyrän seurantajärjestelmällä dokumentoidaan ja visualisoidaan tekijöille kohteen tiiveys rakennekerroksittain rakennettavan kohteen koko alueelta. Koneohjausjärjestelmä tunnistaa tiivistetyn alueen heikoimmin tiivistyneet kohdat, joista tehdään tarvittavat tiiveys tai kantavuusmittaukset ja voidaan todeta että myös muu GPS-jyrällä kartoitettu alue on vaatimukset täyttävä. Tavoitteena seuraavassa vaiheessa on selvittää referenssimittauksille tarvittava välimatka tai määritellä pinta-alaa kohden tarvittavat referenssimittaukset eri rakenteille. Toisena vaihtoehtona on tutkia toisen, tiiveydenmuutosta peräkkäisten ajokertojen välillä vertaavan, Norjassa käytössä olevan menetelmän käyttökelpoisuutta mallipohjaisen tiiveydenseurannan työkaluna.

## 3.4 Kunnossapitoprosessi (hoito- ja ylläpito)

### 3.4.1 Nykytilanne haastattelujen perusteella

Haastatteluissa kävi ilmi, että BIM on yleisellä tasolla tiedossa ja siitä puhutaan paljon. Tietomallit eivät ole kuitenkaan käytössä kuin vähäisesti ylläpidossa. Tietomallinnuksessa on keskitetty vain suunnittelu- ja rakentamisvaiheisiin ja ylläpito tuntuu unohtuneen. Tiepuolella ollaan ratapuolta edellä tietomallinnusasioissa. BIM:n käytön leviämiseen liittyy paljon odotuksia, joita käsitellään laajemmin kohdassa 3.4.3.

Tällä hetkellä tieto on yksittäisissä rekistereissä, mutta osa tiedoista on vain yksittäisten henkilöiden päässä. Ulkopuolisten toimijoiden tuottaman tiedon saaminen on hankalaa. Tietoja on olemassa paljon, mutta yhtenäistä tiedostomuotoa ei ole. Tietojen jatkokäsittely on tämän vuoksi vaikeaa. Tietojen paikkansapitävyyttä ei voida aina varmistaa ja tiedot ovatkin osittain puutteellisia tai virheellisiä. Tietojen ylläpidossa tapahtuu inhimillisiä virheitä, johtuen tietojen manuaalisesta tuottamisesta.

Tiedon hallinnassa parannettavaa on paljon, mutta resurssit tulee osata kohdentaa oikein. Rahaa on käytössä koko ajan vähemmän.

Tällä hetkellä on menossa paljon päällekkäisiä projekteja aiheeseen liittyen. Tilaajilta kaivataan selkeää tahtotilaa tietomallin käyttöönottoon.

### 3.4.2 Toteumamallin kehittämistarpeet

Haastattelujen perusteella selvisi useita toteumamallin kehittämistarpeita. Alla olevassa taulukossa 1 on kuvattu niistä keskeisimpiä, jotka nousivat haastatteluissa usein esiin.

Taulukko 1. Haastattelujen perusteella kootut toteumamallin kehitystarpeet.

Toteumamallin kehittämistarpeet	
Olemassa oleva infra	Olemassa oleva infran tiedot tulisi hallita. Nykyisestä infrasta (sekä tie- että ratapuolella) voisi tehdä kevennetyn tietomallin, jota tarkennetaan peruskorjauksen yhteydessä (pitää huomioida kustannustehokkuus). Kevennetty tietomalli mahdollistaisi tietomallipohjaista ylläpitoa.
Tietojen hajanaisuus ja ajantasaisuus	Rekisteritietoja pitäisi pystyä yhdistämään yli tiedon omistajatahojen (kunnat, ELY, LIVI yms.) tarpeiden mukaan. Niiden tulisi olla käytettävissä keskitetysti. Tiedon tulisi päivittyä mahdollisuuksien mukaan reaaliaikaisesti (automaatio). Rakenne- ja kunnossapitotietojen lisäksi pitäisi pystyä yhdistämään liikennemäärät, laatutasot, hoitoluokat sekä kustannustiedot.
Raportointi	Mallin tulisi sisältää tarkastusraportit, jolloin saatavilla olisi helposti niin historiatieto kuin vuositarkastusraportitkin.
Tiedon paikkansapitävyys	Mallissa olevan tiedon oikeellisuus ja paikkansapitävyys pitää pystyä varmistamaan. Tietojen syötössä voi tapahtua inhimillisiä virheitä.
Tekniikka	Mallin tulee olla avattavissa vielä 35 vuoden päästä, jotta historiatietoja voidaan saavuttaa. Tekniikka vanhenee erittäin nopeasti.
Avoimuus	Tiedon tulisi olla tilaajan hallussa ja ohjelmistoriippumaton. Nykyään tietojen hyödynnettävyys on huonolla tasolla tietojen toimitusmuotojen suuresta kirjosta johtuen. Tietoa tuotetaan verorahoilla, joten sen tulisi olla avointa ja helposti saatavaa.
Tiedonsiirto	Tiedonsiirto eri urakoitsijoiden välillä ei toimi. Rajapinnat aiheuttavat puutteita tiedoissa. Myös ulkopuolisten toimijoiden tuottaman tiedon saanti on hankalaa.

Ominaisuustiedot	Tilajalla tulisi olla tieto esimerkiksi väylän rakenteesta ja pinnoista, jotta jatkotoimenpiteet olisi mahdollista tilata kustannustehokkaasti.
Ylläpitotoimet	Ylläpitotoimet ja tarkastusajankohdat olisi syytä saada malliin, jotta historiatiedon perusteella voidaan suorittaa kunnossapito-ohjelmaa eikä pelkästään hoitaa yksittäisiä tulipa-loja. Malli sisältäisi myös ylläpidon vaatimustason, kuten hoi-toaluokat ja teknisten järjestelmien tarkastusvälit. Malli voisi toimia sähköisenä huoltokirjana.
Omaisuu- ja risteämätieto	Yksittäisinä asioina lähes jokaisessa haastatteluissa tuli esiin puutteet liikennemerkkitiedoissa sekä kaapeleissa ja ris-teämissä (sijainti + omistaja).

### 3.4.3 Mallinnetun aineiston hyödyntämismahdollisuudet

Haastattelujen perusteella selvisi useita mallinnetun aineiston hyödyntämismahdolli-suuksia.

Alla olevassa taulukossa 2 on kuvattu niistä keskeisimpiä, jotka nousivat haastatte-luissa usein esiin.

*Taulukko 2. Haastatteluissa esiin tulleet mallinnetun aineiston hyödyntämismahdol-lisuudet.*

Mallinnetun aineiston hyödyntämismahdollisuudet	
Työmäärä ja seuranta	<p>Tavoitteena pitäisi olla työmäärän pieneneminen resurssien pienentyessä. Malli mahdollistaa koneautomaatiojäljen käyt-tämisen, jolloin tehdystä työstä jäisi jälki eikä tarvitsisi kes-kustella, onko työt tehty sovitulla tavalla.</p> <p>Työkoneessa voisi olla näkymä, mitä henkilö tekee ja kuinka paljon kyseistä tehtävää on tehty. Tämä mahdollistaisi lasku-tuksen saadun tiedon perusteella. Työnsuorittaja raporttoisi suoraan tilaajalle. Tämä mahdollistaisi joidenkin työvaihei-den poisjättämisen ja työmäärän vähenemisen.</p> <p>Myös tilaajan maastokäyntejä voisi vähentää toimisto- ja etäsovellutusten avulla.</p> <p>Malli voisi toimia lisäksi itselleluovutustyökaluna.</p>

Tarjouslaskenta	Tarjouslaskentaan voisi antaa vain mallin, josta tarjoajat saavat tarpeelliset tiedot. Näin välttyttäisiin epäselvyyksiltä esimerkiksi määrissä. Tämä johtaisi siihen, että riskivaraukset tarjoushinnoissa pienentyisivät.
Säästöt	Työkoneohjausmallin kehittäminen yhdessä tilaajan kanssa mahdollistaisi säästöjen muodostumisen. Esimerkiksi aurasohjausviitoituksessa voitaisiin saada kustannussäästöjä, mikäli tien reunat olisi mallinnettu ja aurasohjausviitoituksen voisi jättää pois.
Kunnossapito-ohjelma	Mallin avulla voitaisiin tehdä kunnollinen kunnossapito-ohjelma, jonka perusteella kunnossapitoa suoritettaisiin. Nyt kunnossapito on tulipalojen sammuttamista.
Työnohjaus	Kuljettajalla voisi olla ohjaava järjestelmä, minkä mukaan esimerkiksi suolausta tai hiekoitusta voidaan suorittaa optimaalisella tavalla.
Materiaalien menekki	Joissakin kohteissa tilaaja toimittaa käytettävät materiaalit. Mallin avulla voitaisiin ennakoida ja seurata materiaalien menekkiä.
Kuivatusongelmat	Mikäli kuivatustiedot olisivat mallissa, nähtäisiin ongelmien aiheuttajat luultavasti paljon nykyistä helpommin. Tämän avulla toimenpiteet pystyttäisiin kohdentamaan oikein.
Taloudelliset vaikutukset	Tehtyjen toimenpiteiden taloudellisia vaikutuksia voitaisiin tulevaisuudessa tunnistaa mallien avulla.
Kävelytarkastukset	Mallia voisi hyödyntää esimerkiksi radan kävelytarkastuksissa. Mallista näkisi, mitä kohteessa pitäisi olla ja siihen voisi verrata maastossa olevaa.
Onnettomuusriski	Ammattiautoilijoille voisi jakaa tietoa tien geometriavirheistä. Tämän avulla he osaisivat varautua niihin ja onnettomuusriskiä voitaisiin näin pienentää.

## 4 Johtopäätökset

### 4.1 Inframodel3-formaatin hyödyntäminen mallipohjaisessa suunnittelu- ja infra-rakentamisprosessissa

Pilotin aikana havaittiin, että IM3 tiedonsiirtoformaatti, nimikkeistö ja ohjeistus ovat pääosin toimivia ja tukevat mallipohjaista suunnittelua ja rakentamista. Mutta näiden osalta tarvitaan myös jatkokehitystä. Mielestämme nykytasolla väylän maarakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa voidaan edellyttää Inframodel3-formaatin käyttämistä. Tässä pilotissa testatut keskeiset suunnittelu-, mittaus- ja mallinnustyökalut sekä työkonetoimintajärjestelmät toimivat tuotannossa Inframodel3-formaattia hyödyntäen.

Tekla Civil suunnitteluohjelmisto kehittyi pilotin aikana vastaamaan väylän maarakenteiden Inframodel3-toteutusmallille mallinnusohjeissakin asetettuja vaatimuksia. Pilotissa esiin tulleet Inframodel3-formaatin tuottamisen liittyvät puutteet korjattiin yhteistyössä ohjelmistokehittäjän kanssa. Suunnittelijoiden osaaminen ja työkalut kehittyivät pilotissa aikana, että suunnittelusta voitiin toimittaa laadukasta Inframodel3-toteutusmalliaineistoa rakentamisessa hyödynnettäväksi.

Luonnosvaiheessa olevien *Yleisiin inframallivaatimuksiin 2014* perehtyminen toi esille puutteita, joista annettiin palaute suoraan ohjeiden tekijöille. Väylärakenteen toteutusmalliohjeeseen tehtiin joitakin täydennysehdotuksia ja nimikkeistöstä todettiin puuttuvan joitakin pilotin aikana tarpeellisia rakenneosia. Inframodel formaattia tulee kehittää edelleen kattamaan laaja-alaisemmin varusteita ja formaatti tulisi jatkossa ottaa käyttöön myös muiden infrahankkeisiin kytkeytyvien suunnittelualojen toimesta. Jotta hankekokonaisuudet olisivat kokonaisuudessaan inframodel formaatissa luovutettavissa, tarvitaan ainakin sähkörata-, turvalaite-, valaistus- ja liikenteenohjaussuunnittelua palvelevia lisäosia.

Toteutusvaiheen pilotoinnin tulosten perusteella väylän maarakenteiden Inframodel3-toteutusmallit voidaan ottaa käyttöön mallipohjaisessa ratarakentamisessa. Suunnittelun tuottamat Inframodel3-toteutusmallien todettiin toimivan työmaan mittaus- ja mallinnustyökaluissa. 3D-win-ohjelmistolla tarkistettut Inframodel3-mallit siirrettiin Infrakit-palvelimelle ja edelleen koneohjausjärjestelmiin, joissa niitä käytettiin rakentamiseen ja laadunvarmistukseen. Pilotin aikana Riippa-Eskola Ru2 -työmaan työkonetoimintajärjestelmät siirtyivät käyttämään Inframodel3-koneohjausmalleja pääasiallisena koneohjausmalliformaattina.

Pilotissa tehdyn mallipohjaisen laadunvarmistusmenetelmän kehitystyön tuloksena pilotissa kehitettiin menetelmä radan välikerroksen geometrinen mittojen laadunvarmistukseen GNSS-jyrällä. Samaa järjestelmää hyödynnettiin mallipohjaisen tiiveyden seurannan kehittämiseen. Toteutusmallit ja mallipohjaisen laadunvarmistusprosessin tuottamat toteutumapisteet ja valokuvat muodostavat maarakenteiden osalta toteutusmalliaineiston, jota voidaan tarvittaessa hyödyntää prosessin seuraavissa vaiheissa.

Tämän pilottihankkeen aikana on käyty paljon alaa eteenpäin vievää keskustelua todellisista suunnittelun ja työmaan välisistä kehitystarpeista. Pilotissa toteutettu suunnittelun ja rakentamisen prosessit läpäisevä pilotointi koettiin erittäin hyödyllisenä ja todelliset kehitystarpeet ilmi tuovana toimintatapana.

## 4.2 Toteutumamallin hyödyntämismahdollisuudet ylläpidossa

Infran ylläpidossa nähtiin suuria mahdollisuuksia tiedon avoimuuden lisäämisellä, tiedon reaaliaikaisella ja kattavalla keräämisellä tietomalliin läpi infran elinkaaren. Tietomallipohjaisesta toiminnasta toivottiin ratkaisua nykyisin sekalaisiin rekistereihin ja omaisuuden hallinnan ongelmiin. Ongelmana ovat myös useiden toimijoiden käyttämät eri tietojärjestelmät, joiden välillä tietoa ei pystytä siirtämään esimerkiksi kunnossapitäjän vaihtuessa. Osassa haastatteluja toivottiin tilaajan ottavan nykyistä suurempaa roolia tietojärjestelmien kehityksestä ja ylläpidosta. Paras vaihtoehto voisi kuitenkin olla vaikuttaminen tietojärjestelmiä tuottaviin tahoihin ja yleisen formaatin (IM3 tai vastaava)kehitys myös ylläpidon tarpeita vastaavaksi.

Tietomallipohjaisella toiminnalla läpi infran elinkaaren on suuria mahdollisuuksia. Tilaajan tulisi muodostaa selkeä näkemys tietomallipohjaisen toiminnan käyttöönoton askeleista, joiden avulla muutos ja kehitys saadaan vietyä hallitusti läpi.

Esitys lyhyen aikavälin jatkotoimenpiteistä:

1. **Kokonaisarkkitehtuurinen kuva.** Tilaajan on syytä laatia kokonaisarkkitehtuurinen kuva IM3:sta ja sen käyttämisestä. Lisäksi tulee selkiyttää se kenen vastuulla asian eteenpäinvieminen on.
2. **IM3-formaatin kehitys ylläpidon tarpeisiin.** IM3-formaatti näyttäisi tällä hetkellä soveltuvan huonosti yksittäisten objektien ja järjestelmien mallintamiseen (vaihteet, radan turvalaitejärjestelmät, telematiikkajärjestelmät yms.). Alan yhteisen kehitys- ja testaustyön perusteella voidaan päättää jatketaanko IM3-kehitystä näiden osalta vai soveltuisiko esimerkiksi taitorakenteissa käytettyä IFC-formaatti näihin paremmin.
3. **Asiantuntijoiden yhteen saattaminen.** Kunnossapidon asiantuntijat tulisi ottaa mukaan infra-alan yhteiseen foorumiin (Building Smart Finland). Yhteistyötä tarvitaan myös mm. maanteiden ja kuntasektorin tienpitäjien kesken. Mallin hyödyt on ulosmitattavissa hoito- ja ylläpitovaiheessa vain, jos ratkaisut palvelevat koko infraa.
4. **Kevennetty tietomalli.** Olemassa olevasta infrasta tulisi määrittää kevennetyn mallin tietosisältö ja pilotoida sen käyttöä todellisessa kohteessa. Pilotikohteiksi soveltuvat mm. sellaiset ylläpitoluonteiset työt, joissa kohteet palautetaan alkuperäiseen kuntotasoon. Kevennettyä tietomallia tarvitaan, jotta saadaan nopeammin kattavat tiedot infrasta.
5. **Valtakunnallinen omaisuus- ja risteämätietojen tietomalli.** Puute liikenne-merkkien ja risteämä- ja putkitietojen sijainnista sekä omistajatiedoista nousi esille useammassa haastattelussa.

Esitys pidemmän aikavälin jatkotoimenpiteistä:

1. **Tiedon laatutason nostaminen.** Laatutasoa voidaan nostaa automatisoimalla tiedon tuottamista.
2. **Rekisteritietojen yhdenmukaistaminen ja tuominen avoimeksi.** Rekisteritiedot tulisi saada yhdenmukaisiksi. Verorahoilla tuotetun tiedon tulisi olla avointa eri toimijoille.
3. **Ylläpito ja päivittäminen.** Tietojen tulee olla ajantasaisia ja niiden päivittämisen prosessin mahdollisimman helppoa ja automaattista.





## **Built Environment Process**

### **Re-engineering PRE**

PRE/InfraFINBIM tietomallivaatimukset ja ohjeet  
**AP3 Suunnittelun ja rakentamisen uudet prosessit**

18.03.2014

Osa 12: Tietomallin hyödyntäminen infran rakentamisessa

**TIE- JA RATARAKENTAMISEN MALLIPOHJAINEN  
LAADUNVALVONTAMENETELMÄ**

PRE/InfraBIM tietomallivaatimukset ja ohjeet, osa 12 Tietomallin hyödyntäminen infran rakentamisessa

## **SISÄLLYSLUETTELO**

### **BUILT ENVIRONMENT PROCESS RE-ENGINEERING PRE**

### **MALLIPOHJAINEN LAADUNVALVONTAMENETELMÄ**

Johdanto	3
Edellytykset	4
Päävaiheet	5
Dokumentointi	10

## 1 JOHDANTO

Mallipohjainen laadunvarmistusmenetelmä on osa urakoitsijan laaturaportointia ja sillä tuotetaan tietoa työn aikaisen esi- ja pikaraportoinnin sekä dokumentoinnin tarpeisiin. Tässä ohjeessa kuvataan työkoneautomaatiota hyödyntävän tie- ja ratarakennushankkeen mallipohjaisen laadunvalvontamenettelyn käyttöönoton edellytykset, päävaiheet ja dokumentoitava aineisto. Kuvattu menetelmä on tarkoitettu sovellettavaksi tie- ja ratakohteiden maarakenteiden ja soveltuvin osin kerrosrakenteiden geometrinen mittojen laadunvalvontaan.

Tämän kuvauksen tavoitteena on luoda pohjaa jatkossa InfraRYL:iin kirjattavaa vaihtoehtoista laadunvalvontamenettelyä varten. Tässä kuvattua laadunvalvontamenettelyä käyttökelpoisuutta on pilotoitu Infra FinBIM –hankkeen piirissä mm. Destian urakoimassa Riippa-Eskola RU2 projektissa. IFB:n toimijoilta saatavan palautteen perusteella menetelmäkuvausta kehitetään edelleen. Ohjeluonnoksen on laatinut Destia Oy:stä Mika Jaakkola.

PRE/InfraBIM tietomallivaatimukset ja ohjeet, osa 12 Tietomallin hyödyntäminen infran rakentamisessa

## 2 EDELLYTYKSET

### Vaatus

Lähtökohtana mallipohjaisen laadunvarmistusmenetelmän käyttöönotolle on, että toteutusmalli on laadittu *InfraBIM mallinnusohjeet osa 4: Väylärakenteen toteutusmallin laatimisohe* periaatteiden mukaan. Edellytyksenä on, että työkoneautomaatiota käytetään kaikissa työkohteen rakenneosien geometriaa toteuttavissa työkoneissa ja että työkoneautomaatiolla toteutetun työn tarkkuus täyttää taulukossa 1 esitetyt maarakenteiden mittavaatimukset ja lopputuote täyttää InfraRYL vaatimukset.

Lisäksi mallipohjaisen laadunvarmistuksen käyttöönoton edellytyksenä on että työmaan mittauksista vastaavalla tai työkoneautomaation tukihenkilöllä on vähintään maanmittausalan ammatillinen koulutus ja kahden vuoden kokemus satelliitti- ja takymetri -paikannuksesta, työkoneiden 3D-ohjausjärjestelmistä sekä toteutusmallien tarkastamisesta ja mallintamisesta.

Taulukko 1. Maarakenteiden mittavaatimukset ja työkoneautomaatiojärjestelmältä vaadittava tarkkuus.

Rakenneosa	Suurin sallittu yks. sijainnin poikkeama (InfraRYL)	Suurin sallittu yks. korkeuden poikkeama (InfraRYL)	Työkoneautomaatiojärjestelmältä vaadittava mittaustarkkuus toteutumamittauksia varten XY;Z
	mm	mm	mm
Maaleikkaus (201100), maatai louhepenger(18100), tie ja rata	- 0 / +200	+ 0 / -100	+ - 100; + -30
Suodatinkerros, tie/rata (211100)	- 0 / +150	+ - 40	+ - 100; + -30
Jakavakerros, tie (212100)	- 0 / +150	+ - 30	+ - 100; + -30
Kantavakerros, tie (213100)	- 0 / +150	+ - 20	+ - 50; + -30
Eristyskerros yläpinta, rata (212200)	- 0 / +100	+0 / -50	+ - 50; + -30
Välikerros yläpinta, rata (212300)	- 0 / +50	+0 / -20	+ - 50; + -30

Taulukossa 1 esitetty työkoneautomaatiojärjestelmältä vaadittava mittaustarkkuusvaatus ei poista Infryl laatuvaatimuksia lopputuotteen osalta.

PRE/InfraBIM tietomallivaatimukset ja ohjeet, osa 12 Tietomallin hyödyntäminen infran rakentamisessa

## 3 PÄÄVAIHEET

### 3.1 Toteutusmallin oikeellisuuden varmistaminen ja dokumentointi

#### Vaatus

- Toteutusmallin tarkastuksella varmistetaan tuotantoa ohjaavan toteutusmallin laatu ja hyödynnettävyys rakentamisessa. Suunnittelun tuottama maarakenteiden toteutusmalli tarkastetaan rakenteita toteuttavan työmaaorganisaation toimesta. Tarkastuksen jälkeen toteutusmalli siirretään palvelimelle, josta se on otettavissa työkoneiden ja mittajien käyttöön. Työnjohdolle ja valvojille järjestetään mahdollisuus päästä tarkastelemaan visuaalisesti toteutusmalleja erillisen järjestelmän avulla. Tarkastus dokumentoidaan ja se tallennetaan palvelimelle tarkasteltavaksi. Tästä tehtävästä vastaa työmaan mittauspäällikkö ja/tai työkoneautomaation vastuuhenkilö. Toteutusmallin tarkastus työturvallisuuden osalta on työnjohdon vastuulla, mittausvastaava tarkistaa työturvallisuuden kannalta kriittiset toteutusmallit yhteistyössä vastaavan työnjohtajan kanssa.

#### Ohje

##### Toteutusmallin tarkastus ja dokumentointi

- Lähtöaineistosta muodostettu toteutusmalli tarkastetaan ennen käyttöönottoa tuotannossa
- Tarkastuksessa tehtävät asiat:
  - Tutustutaan toteutusmalliselostukseen ja käydään läpi mainitut poikkeamat
  - Tehdään tarvittaessa lähtöaineiston täydennyspyyntö suunnittelijalle
  - Tarkastetaan toteutusmallien ja työmaalla käytettävän koordinaatti- ja korkeusjärjestelmien yhteneväisyys
  - Tarkastetaan, että kaikki tarvittavat rakenneosat on mallinnettu aukottomasti
  - Tarkastetaan mallin taiteviivojen jatkuvuus
  - Tarkastetaan kuivatuksen toimivuus
  - Poistetaan ylimääräiset linjat, pisteet ja malliosat
  - Täydennetään lähtöaineiston pienehköt aukot, joissa ei tarvita uutta lähtötietoa suunnittelijalta
  - Tarkastetaan, että toteutusmallin mukaan rakentaminen ei vaaranna työturvallisuutta
  - Muunnetaan toteutusmalli työkoneautomaatiojärjestelmään soveltuvaan formaattiin
- Toteutusmallin tarkastus dokumentoidaan kirjaamalla vain havaitut suunnitelmavirheet ja toteutusmalliin tehdyt oleelliset muutokset tarkastusraporttiin
- Tarkastuksen ja tarvittavien korjausten jälkeen toteutusmalli on valmis siirrettäväksi tuotantoon

PRE/InfraBIM tietomallivaatimukset ja ohjeet, osa 12 Tietomallin hyödyntäminen infran rakentamisessa

## 3.2 Työkoneautomaatiojärjestelmän ja GNSS -tukiaseman tarkkuuden seuranta ja dokumentointi

### Vaatus

Työkoneautomaation tarkkuuden seurannalla varmistetaan että rakenteet voidaan toteuttaa suunnitelman mukaisesti ja mittaukset toteutetaan taulukon 1 mukaisella tarkkuudella. Työkoneiden ja tukiasemien tarkastusmittaukset tehdään työkoneiden osalta vähintään kerran viikossa ja GNSS -tukiasemien osalta kerran kuukaudessa takymetri -mittauksena. Tarkastuksen tulokset dokumentoidaan. Mikäli tarkastusmittauksessa saatu tulos ylittää taulukossa 1 esitetyn työkoneautomaatiojärjestelmältä vaaditun tarkkuuden, ohjausjärjestelmä kalibroidaan. Tuotantoa voidaan jatkaa kun tarkkuusvaatimukseen päästään. Näistä tehtävistä vastaa työmaan mittauspäällikkö ja/tai työkoneautomaation vastuhenkilö.

### Ohje

#### Työkoneautomaatiojärjestelmän tarkastus ja dokumentointi

##### *GNSS -tukiaseman tarkastus:*

- Paikallisen GNSS-tukiaseman säännöllisellä tarkastuksella varmistetaan että tukiasema ei ole siirtynyt alustuksen jälkeen ja mittalaite toimii normaalisti. GNSS -tukiaseman sijainti ja järjestelmän toimivuus tarkastetaan mittaamalla tukiaseman sijainti takymetrillä kerran kuukaudessa tai kun on syytä epäillä tukiaseman sijainnin muuttuneen. Lisäksi GNSS-tukiaseman tarkkuuden seuranta tehdään vähintään kerran viikossa tekemällä tukiasemaan yhteydessä olevalla GNSS-mittalaitteella tunnetun koordinaattipisteen mittaus. GNSS -virtuaalitukiasemaa hyödyntävässä mittauksessa käytetään samaa tarkastusmenetelmää. Tarkastuksen tulokset dokumentoidaan.

##### *Työkoneohjausjärjestelmän tarkastus:*

- Työkoneiden 3D-ohjausjärjestelmien tarkastuksessa varmistetaan, että työkoneen terän paikannustarkkuus työmaan koordinaatistossa ei ylitä taulukossa 1 työkoneautomaatiojärjestelmälle esitettyjä rakenneosakohtaisia tarkkuusvaatimuksia.
- Työkoneohjausjärjestelmien tarkkuus tarkistetaan aina ennen kuin työkone otetaan käyttöön työkohteessa ensimmäistä kertaa. Työkoneen tarkastusmittaukset tehdään kyseisen työmaan suunnitelmakoordinaatistossa.
- Tarvittaessa työmaan tai uuden rakenneosan aloitusvaiheessa työkoneautomaation työn jäljen tarkkuutta seurataan yhden erikseen sovittavalla esimerkiksi viikon kestäväällä todentamisjaksolla, jolloin tarkastusmittauksia tehdään päivittäin.
- Työn aikana työkoneiden tarkkuus tarkastetaan kerran viikossa. Tarkastus tehdään mittaamalla työkoneen terän sijainti takymetrillä, GNSS-mittalaitteella tai asettamalla työkoneen terä tunnetulle mittapisteelle. Tarkastuksen tulos saadaan vertaamalla työkoneohjausjärjestelmän paikkatietoa mittalaitteen tai mittapisteen koordinaattien arvoihin. Jos tarkastuksissa havaitaan taulukossa 1 esitettyjen tarkkuusvaatimuksen ylittävä virhe, työkoneautomaatiojärjestelmä kalibroidaan.
- Lisäksi valmiin rakenneosan työn jälkeä valvotaan satunnaisin työnaikaisin pistokokein takymetri tai GNSS -mittauksena.
- Tarkastuksesta dokumentoidaan seuraavat tiedot: työkone, ajankohta, koordinaattien x-, y- ja z- poikkeamat sekä tarkastusmittauksen menetelmä, tarkkuustiedot ja tarkastuksen tekijä
- Tarkastus tehdään työmaan mittauksista vastaavan tai työkoneautomaation tukihenkilön (automaatio-operaattori) toimesta yhteistyössä työkoneen kuljettajien kanssa. Työnjohdon tulee seurata tai olla tietoinen tarkastusten tuloksista.

### 3.3 Työkoneautomaatiojärjestelmällä tehtävä toteutumamittaus ja muu työn aikainen laadunvalvonta

#### Vaatus

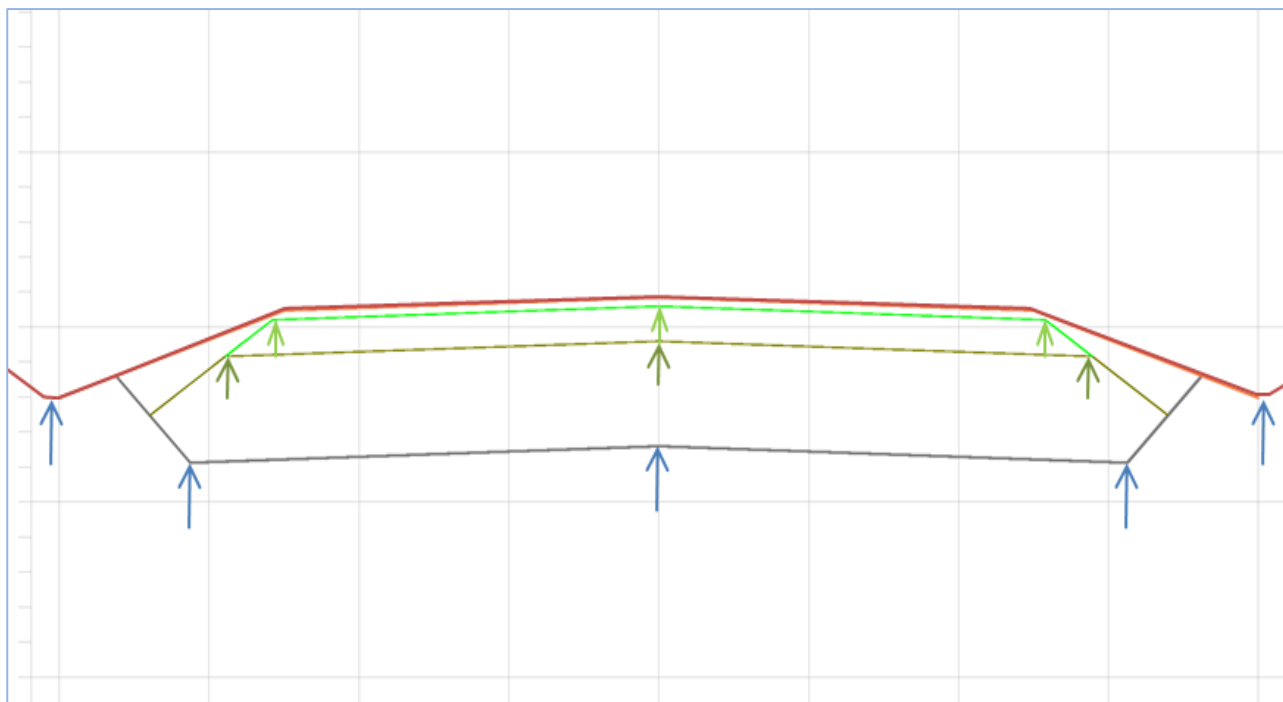
Työkoneautomaatiojärjestelmällä tehtävillä toteutumamittauksilla varmistetaan rakenteiden toteutuminen laatuvaatimusten mukaan ja tuotetaan tietoa työn etenemisen seurantaan. Työkoneautomaatiojärjestelmällä tehdään toteutumamittauksia taulukossa 1 esitetyistä rakenneosista. Toteutumamittaukset tehdään rakenneosittain vähintään 20 m välein poikkileikkauksittain taiteviivojen kohdilta. Työnjohdolle ja valvojille järjestetään mahdollisuus päästä tarkastelemaan toteutumamittausten tuloksia reaaliaikaisesti mallien visualisointiin sopivan työkalun avulla. Työkoneiden kuljettajat ohjeistetaan toteutumamittausten tekemiseen. Näistä tehtävistä vastaa mittauspäällikkö ja/tai työkoneautomaation vastuhenkilö.

#### Ohje

Toteutumamittaus työkoneautomaatiojärjestelmällä:

- Työkoneautomaatiojärjestelmällä tehtävää toteutumamittausta voidaan käyttää kun järjestelmän paikannustarkkuus on tarkastuksessa todettu riittäväksi verrattuna taulukossa 1 esitettyihin rakenneosakohtaisiin tarkkuusvaatimuksiin.
- Toteutumamittauksia tekevät työkoneen kuljettajat perehdytetään toteutumamittauksen tekemiseen ohjeistamalla ja neuvomalla työn aikana.
- Tarvittaessa kuljettajille tehdään kirjallinen toteutumamittausohje, joka tulee olla työkoneessa käytettävissä. Työkoneautomaation vastuhenkilöt ja työnjohto valvovat toteutumamittauksen oikeaoppista tekemistä.
- Toteutumamittausta tehdään työkoneautomaatiolla taulukossa 1 mainituista rakenteista.
- Työkoneautomaatiolla tehdään toteutumamittauksia tien leikkausrakenteiden, maapenkereiden ja kerrosrakenteiden, rakenteeseen tulevien paineputkistojen, kaapelisuojuputkinen, kaapeleiden ja valopylväsanturoiden osalta
- Kaivojen, viettoputkistojen, kaapelisuojuputkipatteristojen ja vastaavien varusteiden sekä kantavan kerroksen ja valmiin pinnan kartoitukseen työkoneautomaatiota ei käytetä, ellei järjestelmän tarkkuutta ja toimivuutta erikseen todenneta laatuvaatimukset täyttäväksi
- Mittaukset tehdään väylän suunnassa 20 m välein kuvassa 1 nuolen osoittamista kohdista

## PRE/InfraBIM tietomallivaatimukset ja ohjeet, osa 12 Tietomallin hyödyntäminen infran rakentamisessa



Kuva 1. Toteutumamittaukset tehdään merkitsevien taiteviivojen kohdilta. Kuva on ohjeellinen ja mittauskohtia voidaan tarkentaa työn aikana.



PRE/InfraBIM tietomallivaatimukset ja ohjeet, osa 12 Tietomallin hyödyntäminen infran rakentamisessa

### 3.4 Tarkemittaus 200 m välein ja rakenteiden muutoskohdista

#### Vaatus

Tarkemittauksilla todennetaan rakenteen toteutuminen laatuvaatimusten mukaan. Tarkemittaukset tehdään väylän suorilla osuuksilla 200 m välein ja rakenteiden muutoskohdista. Kun väylän vaakageometrian kaarresäde on välillä 3000 m - 1500 m, tarkemittaus tehdään 100 m välein. Kun kaarresäde on pienempi kuin 1500 m, tarkemittaus tehdään 50 m välein. Tarkemittaukset tehdään poikkileikkausten taitekohdista. Pienissä kohteissa (laajuus < 200 m) mitataan vähintään yksi poikkileikkaus jokaisesta rakenneosasta. Rakenteiden toteutuman vaatimustenmukaisuutta seurataan vertaamalla mittaustuloksia taulukon 1 vaatimuksiin.

#### Ohje

Tarkemittaus mittalaitteilla

Tarkemittausten mittausväli on esitetty taulukossa 2 koskien taulukossa 1 mainittuja rakenteita:

Taulukko 2: Tarkemittaus tehdään väylän mittalinjan suhteen seuraavin mittausvälein.

Väylän vaakageometria	Mittausväli [m]
Suora	200
Kaarresäde > 3000	200
3000 < Kaarresäde < 1500	100
Kaarresäde < 1500	50

- Tarkemittaukset tehdään myös rakenteiden muutoskohdista eli alusrakenteen rakennetyypin tai kerrospaksuuden muutoskohdissa
- Tarkemittaukset tehdään poikkileikkausten taitepisteistä InfraRYL ohjeiden mukaan, mutta harvemmillä mittausvälillä.
- Pienissä kohteissa (laajuus < 200 m) mitataan vähintään yksi poikkileikkaus jokaisesta rakenneosasta
- Rakenteiden toteutuman vaatimustenmukaisuutta seurataan vertaamalla mittaustuloksia Taulukon 1 (InfraRYL) vaatimuksiin
- Mikäli tarkemittausten tulokset eivät täytä Taulukon 1 (InfraRYL) vaatimuksia, tihennetään mittausväliksi 50 m ja selvitetään tarvittavin mittauksin poikkeamien sijainti ja tehdään korjaustoimenpiteet. Kun korjatun kohteen neljästä poikkileikkauksesta mitattujen tarkemittausten tulokset eivät poikkea InfraRYL vaatimuksista, voidaan palata 200 m mittausväliin. Mikäli työkohdetta tai sen osaa ei voida toteuttaa työkonemaatiolla ja toteutusmallin mukaan, tarkemittaukset tehdään siltä osin normaalisti InfraRYL ohjeistuksen mukaan.
- Poikkeamat korjataan käytännössä heti kun ne on havaittu. Poikkeamaraportti toimitetaan kun korjausta ei voida tehdä ja poikkeama jää rakenteeseen. Poikkeamaraportti sisältää analyysin poikkeaman vaikutuksesta rakenteeseen.

PRE/InfraBIM tietomallivaatimukset ja ohjeet, osa 12 Tietomallin hyödyntäminen infran rakentamisessa

## 4 DOKUMENTOINTI

Laadunvalvonnan tuloksena syntyy tilaajalle luovutettavia raportteja ja mallipohjaisessa tuotantoprosessissa muodostuvaa toteutuma- ja tarkemittaustietoa. Mallipohjaisessa tuotannossa muodostuvat tiedot, saatetaan työnjohdon ja tilaajan tarkasteltavaksi.

Urakoitsija dokumentoi ja säilyttää seuraavat mallipohjaisen laadunvalvonnan raportit ja aineistot:

- Toteutusmallien tarkastusraportit
- Tuotannossa käytetyt toteutusmallit
- Työkoneautomaatiojärjestelmien ja GNSS-tukiasemien tarkastusraportit
- Työkoneautomaatiojärjestelmillä tehdyt toteutumamittapisteet
- Tarkemittausten tulokset 200 m välein ja kaarteissa tihennetyllä mittausvälillä taulukon 2 mukaan.

Toteutuma- ja tarkemittausten tulokset esitetään teoreettisen rakennepinnan ja mittaus tulosten numeerisina poikkeamatietoina.

	Haastattelu 1	Haastattelu 2	Haastattelu 3	Haastattelu 4	Haastattelu 5	Haastattelu 6	Haastattelu 7
Mitä mielikuvia tai ajatuksia BIM herättää?	<p>Inframallista on olemassa yleistön tietoa.</p> <p>Hyötyjen tulisi olla selkeästi todennettavissa, ettei kehitetä vain kehittämisen ilosta.</p>	<p>BIM antaa mahdollisuuden siihen, että tieto päivittyy ja jalostuu reaaliajassa.</p> <p>Tietomallinnus on varmasti tulevaisuudessa hyödyllinen tiedonhallintakeino.</p>	-	<p>Ylläpito on tietomallinnuksessa unohdettu ja on keskitytty suunnitteluun ja rakentamiseen.</p> <p>Tavoitteena tulisi olla työ määrän pieneminen</p> <p>Nyt on tehtävä työ, jotta saavutetaan mahdolliset visiot kymmenen vuoden päähän.</p>	<p>Tietomallit ovat melko tuttuja asioita.</p> <p>Tilajaan osaaminen ei ole sillä tasolla, että osattaisiin tilata tietomallein. Asia vaatii osaamista myös rakentajalta.</p> <p>Jatkuva päivitys on suuri haaste ylläpidossa. Työ on nopea tempaista.</p>	-	-
Oletko törmännyt työssäsi BIMiin?	-	<p>Kunnessapidossa ei olla kuultu, että suuret tilaajat hankkivat pääasiallisesti mallipohjaisia suunnittelua 2014 alkaen.</p> <p>Länsi-Metrossa tehdään mallipohjainen huotokirja.</p>	<p>Liikennevirasto määrittänyt siltujen ylläpitomallin.</p> <p>Siltujen tietomallinusohejeessa on määritetty, mitä IFC pitää sisällään ja sitä on testattu käytännössä.</p> <p>Mallien kytkeminen siltarekistereihin on kehitteillä.</p>	-	<p>Töiden puolesta ei ole muuta kuin muutamia kokeiluja tuotemalleista. Siltapuolella suunnitellaan tuotemalleina ja korjaussuunnittelussa on kehitetty tietomallinnusta.</p>	<p>Ylläpidossa ei ole törmätty tietomalleihin.</p> <p>Konkreettisia käyttökohteita ja hyödynnettävyyttä ei heti löydy.</p> <p>Pumppaamoiden huoltoitiden rakentamisessa on törmätty tietomalleihin.</p>	<p>BIM ei ole tullut suoranaisesti vastaan, mutta samantyyppisiä asioita on ollut esillä.</p>
Koetko tarvitsevasi BIMiin liittyvää koulutusta tai ohjeistusta?	-	-	-	-	-	-	-
Mitä tietoja kunnessapidossa tarvittaisiin suunnittelu- ja rakentamisvaiheesta?	<p>Kunnessapito tuntuu unohtuvan rakennusvaiheessa.</p> <p>Suunnitteluperusteissa tulisi huomioida myös kunnessapidon kustannukset ja tunnistaa kunnessapidon tarpeet.</p>	<p>Rakentamisvaiheen päättyessä toteumamallissa tulisi olla ratatieto, kuten päälly- ja alusrakenteen tekniset tiedot, mitä turvalaitteet sisältävät ja niiden paikkatieto.</p>	-	<p>Rekisteritietojen yhdistäminen, kunnessapitoluokat, talvihoitoluokat, rakenteet, niittolevyydet, merkkien kunto, liikuntasuomien pesu/vuosi, tupputiukut aukiporaukset yms.</p> <p>Sillan kunnotukset eri urakoissa, niistä olisi syytä saada tietoa myös tien kunnessapitajalle, jolle kuuluu niiden tarkastus, eli tiedon siirto tökkiä eri urakoitsijoiden välillä.</p> <p>Tarkastusraportit olisivat mallissa ja mallista saisi vuositarkastusraportit, joista saisi historiatietoja.</p>	-	<p>Nykyisissä järjestelmissä ei ole mahdollisuuksia rakennetun tiedon hallintaan. Toteumamallista tiedon siirtyminen nykyisiin järjestelmiin on epäselvää.</p>	<p>Kaikki tiedot tarvitaan rakentamisvaiheesta eli kaikki tiedot olisivat tarpeellisia (salaojat, viemäroinnit, rakenteet)</p> <p>Kaapelien tiedot olisivat käyttökelpoisia ja niiden tarpeeseen törmätään usein. Myös kolmansien osapuolien tuottamaa tietoa tarvitaan.</p> <p>Haastavaa saada olemassa olevat tiedot hyödynnettävään formaattiin.</p>
Mitkä tiedot ovat nykyisin vaikeasti saatavilla?	<p>Miten olemassa oleva infra saadaan haltuun?</p> <p>Pahimmillaan tilanne on mennyt siihen, että kunnessapitajan pitää ennen töiden aloittamista selvittää, mitä kunnessapidettävää on olemassa. Esimerkiksi salaojien ja kaivojen tiedot eivät ole tiedossa kunnessapidolla.</p> <p>Nykyään pitää tehdä paljon "salapolisiin"-työtä.</p>	<p>Ratapihoilta ei saada tietoa kaikkien raiteiden käytöstä, koska se on liikenneviraston salaisuus.</p> <p>Tieto siitä, mitä kunnessapitaja tekee ei ole tilaajan käytössä.</p>	<p>Kovien rakenteiden toteumatietojen saaminen on haastavaa.</p> <p>Suurin ongelma on tällä hetkellä ohjelmistoissa. Väylämallien yhdistäminen on suunnitteluvaiheessa ongelmallista.</p> <p>IFC-formaatti on paljon kattavampi kuin IM3-formaatti. Kovat rakenteet on IFC-formaatissa ja muut rakenteet IM3-formaatissa. Niitä voidaan jossain määrin yhdistää.</p>	<p>Tiestön rakenteet ja laitteet, ulkopuolisten toimijoiden tuottama tieto, niitettävien neliöiden määrä</p> <p>Hoitoluokat ja viherhoito on hyvin hallussa</p> <p>Tarjouskissa tiedot ovat hahmasta ravistettuja. Eroavuuksia on siinä tulkitanko maastomallina vai karttana (voisi korjata määrittelemällä urakka-asiakeihin). Kustannuksiltaan todella suuri erä.</p>	<p>Rakennusaikana määriä saadaan kiinni, mutta kunnessapitajassa se on hankalampaa.</p> <p>Perusarannuksissa tallennetaan tiedot keskitetyi kerran vuodessa rekisteriin.</p> <p>On helpompi tehdä korjaussuunnittelu papereista kuin mallinta keilaussaineistoa. Lähtötietoja on hankala saada.</p> <p>Kaupunkialueella on paljon rajapintoja, mitkä vaikeuttavat tietojen hallintaa.</p> <p>Liikennekerkeistä löytyvät suunnitelmat, mutta esimerkiksi niiden määrästä, kunnosta ja muista tiedoista ei ole kenelläkään tietoa.</p>	<p>Tiedot ovat hajallaan eri paikoissa. Liikennekerkit, kaivot ja ojat omissa rekistereissään.</p> <p>Maanalaiset tiedot ovat usein tiedossa vain yksittäisillä henkilöillä. Tietojen dokumentoinnissa on puutteita.</p> <p>Ylläpidossa päällystetietojen saaminen on hankalaa. Tutkitaan silmämääräisesti, massalajeittain ei ole tietoja. Tietoja voi löytyä vanhoista suunnitelmissä.</p> <p>Pintäkäsitteilytietoja ei löydy mistään. Esim. meluvalit tulisi maalata 15 vuoden välein.</p> <p>Tiedot hoitourakoista ei välttämättä siirry kaikille tarvisjoille, esim. viher- ja asfalttinelöiden määrät</p> <p>Yksittäisiä vaikeasti saatavia määrätietoja on avo-ajat, kaivot sekä hulevesijärjestelmät. Kaivoja on tehty lisää jälkikäteen, mutta niitä ei ole viety rekistereihin.</p>	<p>Vihertöihin liittyvät tiedot on hankala saada (t-luokat) sekä kuivatusrakenteet ja liikennekerkit.</p> <p>Paikkatiedot ja ominaisuustiedot eivät siirry automaattisesti mihinkään.</p> <p>Ongelmana on, ettei tiedoille/tietomuodoille ole mitään standardia.</p> <p>Uuden Oulun myötä on tullut esiin kohteita, joissa on jäänyt asioita hoitamatta rajapintojen vuoksi.</p> <p>Olemassa olevat tiedot tulisi saada soveltuvaan käyttömuotoon.</p>
Mitkä ovat keskeisimmät infran ominaisuustiedot hoidon ja ylläpidon näkökulmasta?	<p>Infran keskeisimmät tiedot: geometria, vaihteet, kiskot, päällysrakenne, pölyt, alusrakenne, sillat, rummut, sähkötarakenteet, turvalaitteet.</p> <p>Kunnessapidon kannalta olisi todella tärkeää tietää turvalaitteiden paikkatiedot.</p> <p>Käytännölliset kustannukset pitäisi pystyä selvittämään.</p> <p>Olemassa olevasta infrasta voisi muodostaa yksinkertaisen mallin (kustannustehokkuus on otettava huomioon).</p> <p>Toimimattomat kuivaukset, painumat, routimiset, rummut, kiskojen kuntotiedot, vaihteiden kuntotiedot ja tasoristeyksien tiedot.</p>	<p>Päällysrakenteen kunnessapidossa tarvitaan rakennetieto sekä asennusvuodet. Toteumamallin tulisi sisältää myös tiedot erillisiltoilta, kuten telematiikka, turvalaitteet ja sähkölaitteet.</p>	-	<p>Hoidon laatuvaatimukset, tiestön pinnoitteet (sora vai asfaltti), niitot ja auraukset ovat kokonaisuutena urakoita, merkit ovat yksikkökohtaisia töitä. Karttanäkymä koneeseen, josta näkee edellä mainitut asiat.</p> <p>Rajoitetut suolankäyttöalueet eli pohjavesialueet.</p> <p>Pinnan karhennusta ei pysty millään ohjaamaan mallilla, vaan se on tekijän oman kokemuspohjan tulosta ja perustuu kirkamittauksen tuloksiin. Kirkamittauksen tulokset eivät ole kuitenkaan päteviä kuin sen hetken. Tilanne voi olla ihan eri hetken päästä.</p> <p>Työkoneohjauksmallin kehittäminen yhteistyössä tilaajan kanssa, voisi johtaa siihen, että aurauksia voitaisiin jättää pois, jolloin ei tulisi yläaurauksia. Tieto olisi siis tien reunoista, kone hälyttäisi, jos aurauksia otettaisiin kiinni. Varsinkin jos lunta tulee paljon, voisi sillä ohjata, mistä tulee aurata. Tulisi paljon säästöjä viitoituksesta, kun kustannukset ovat noin 30 000 €/vuosi. Tien reunan kartoitus tarvitsisi tehdä vain kerran ja olisi saman kustannuksen verran kuin viitoitukset. Vaatii myös tilaajan tahtotilan. Nykyteknikkakin mahdollistaisi tämän. On olemassa myös mielipide, jonka mukaan viitoitus tulee olla myös autoilijan optista ohjausta varten.</p>	<p>Pitäisi olla koko kaupunki mallinnettuna, muuten ei ole hyötävä yksittäisten teiden ja katujen mallintamisesta.</p> <p>Asennus- ja korjaustietoja ei ole missään rekisterissä, mutta olisi hyvä olla.</p> <p>Haaveena, että olisi kanta, jossa on kaikki putket ja kaapelit ja niiden tiedot olisivat ajantasaisia.</p>	<p>Suojaputkien korot, kaivojen sijainnit, maanomistus, tontin rajat, kaavatilanne, pyöräteihin laitetut lujitteverkot</p> <p>Hoidon ja kadun rajapinnat ovat haasteellisia. Eri toimijoiden järjestelmät eivät keskusete keskenään.</p> <p>Uudelleen päällystettäessä tiemerkinnot häviävät helposti eikä vanhojen merkintöjen suunnitelmia löydy.</p>	<p>Tierekisterissä olevat tiedot ovat oleellisia tietoja.</p>



<p><b>Mitä tietoa tietomallissa tulisi olla, jotta siitä olisi apua työn sujumuuden parantamisessa (mm. aikataulu, kustannukset, työmenetelmät)?</b></p>	<p>Mallia voisi käyttää hyväksi kävelytarkastuksissa. Mallista näkyisi esimerkiksi, missä merkien tulisi olla ja siihen voisi verrata olemassa olevaa.</p>	<p>Järjestelmän tulisi olla myös kunnossapitäjän käytössä, jolloin ei olisi montaa järjestelmää, mihin asioita kirjata.</p>	<p>Maanalaiset tiedot tulisi olla mallissa.</p> <p>IFC- ja IM3- malleja on hankala muuttaa jälkikäteen, joten ne joudutaan käyttäen tekemään uudestaan eri suunnitteluvaiheissa. Mallien haasteena on se, ettei voida palata edelliseen versioon.</p> <p>Asiaa voisi lähestyä käyttötarpeen mukaan. Sekä viiva- että pintatietoa tarvitaan.</p>	<p>Palvelun tulisi olla tilaajan, joka luovuttaisi sen urakoitsijan käyttöön. Tilaajan tulisi siis hallinnoida ohjelmaa. Nyt on paljon palvelun tarjoajia ja kirjo on laajaa. Tieto on tilaajan ja sovellukset vaihtuvat urakoitsijoista riippuen. Näin ei rajoiteta kilpailua. Tilaaja ei voi tilata kaikkea yhdeltä palvelun tarjoajalta.</p> <p>Käsin kirjataan koneet ja resurssit, tiedotiedot voidaan ajaa nykyisiin ohjelmiin automaattisesti.</p> <p>Kaupunkiturakissa tilaaja voi toimittaa materiaaleja, kuten hiekoitushiekkää. ELY:n urakoista ei tilaajalta tule muuta kuin valvoja.</p> <p>Kaupunkiturakissa on paljon muitakin, kuten puistojen, leikkipuistojen ja uimarantojen kunnossapitoa. Kunnissa on paljon eritasoisia kunnossapitoa. Osa kilpailuttaa vain tiestön kunnossapidon toiset saattavat kilpailuttaa kaiken muun paitsi palo- ja pelastustoimen. Kunnissa tiedotiedot eivät ole yhtä tarkat kuin ELY:llä. On niin paljon muitakin hallittavaa kuin tiet. Nyt on käsitelty lähinnä ELY:n urakoita.</p> <p>Erillistä inventointia ei tarvitsisi enää tehdä, kun se tulisi ylläpidon mukana. Tarkoittaisi kuitenkin sitä, että suurin osa valteista tulisi mallintaa. Voisi tehdä kevennetyn mallinnuksen jo olemassa olevaan tieverkkoon. Lähtökohdana on se, ettei mallia ole olemassa kuin muutamalta pätkältä. Täytyy keskittyä kuitenkin olennaiseen asiaan, ettei käytetä kustannuksia turhuuksiin. Urakoitsijan intressinä on kustannustehokas työskentely.</p>	<p>Vaihetstaminen ja liikennejärjestelyjen järjestäminen liikenteen osalta. Silan tulee olla käytössä, vaikka sitä korjataan. Kaikki liikenne tulee huomioida, vaikka työtila on usein kovin pieni.</p> <p>Aleuroakoissa tulee olla sähköinen toiminnanohjausjärjestelmä, johon tilaajalla on tunnusket. Paikkatiedon lisäksi tulisi olla tieto siitä, mitä on tehty ja paljonko esimerkiksi suolaa tai hiekkää on levitetty. Eli materiaaliimenekin seurauus.</p> <p>Takuuasiat ja kaivuluvat tulisi olla saatavilla.</p>		<p>Miten voidaan hyödyntää jo aikaisempia malleja, joita tuotettaisiin keräämällä tietoja nykyrakenteista. Eli tiedoista, joita meillä jo on, mutta "väärässä muodossa". Haastavaa saada olemassa olevat tiedot hyödynnettävään formaattiin.</p>
<p><b>Milaisena näet infran omaisuudenhallinnan tavoitetilan vuonna 2025?</b></p>	<p>Turvallisuuden ja riskienhallinnan yhdistäminen tietomallin. Olemassa olevan infran infraskien sisällyttäminen malliin.</p> <p>Perustiedot ja olemassa olevan infran mallintaminen. Tieto olisi avointa ja se olisi tilaajan hallinnassa. Tehtyjen toimepiteiden vaikutuksia käytännöksiä kustannuksiin olisi tunnistettu.</p>	<p>Tavoitteena pitäisi olla, että saadaan perustasiat (ratatieto) halltuun. Lisäksi pitäisi hallita toteutuneet tiedot, kuntotiedot ja omaisuusrekisteri. Mallia voitaisiin käyttää suunnittelutyökäkaluna, kunnossapidon lähtötietona ja kustannusurannan välineenä.</p> <p>Toiveena on yksi rekisterityyppinen malli, jossa on toteuma- ja kunnossapitotieto helposti käytettävissä muodossa. Mallissa pitäisi olla myös valokuvia.</p> <p>Ratakuvapalvelusta toivotaan Google street view:n tyyppistä palvelua.</p>	<p>Infran ja taitorakenteiden malleja arkistoidaan eri järjestelmiin ja niitä käytetään ylläpidossa sekä omaisuuden hallinnassa.</p> <p>Mallimaailman potentiaali on tiedon hyödynnettävyys sähköiseksi.</p> <p>Visiona voisi olla, että siltarekisterissä on siltamalli, johon kirjataan vaurioita ja näin saataisiin vauriotieto siirtymään.</p>	<p>Tavoitteena tulisi olla työväen pieneminen.</p> <p>Keskittäminen. Kunnossapito olisi yhden toimijan kokonaisuutena. Ei olisi näin pilkottua kuin tällä hetkellä. Valaistus, sillat, päällyste, tiesto on kaikki jaettu eri urakoihin. Parempi vaihtoehto olisi alueellinen kunnossapito, joka kattaisi nämä kaikki. Turhia rajapiintoja. Töiden automatisointia. Laatuvaatimusten tinkiminen alemmalla tieverkollla, jolloin tieto olisi tarpeeseen perustavaa. On olemassa todella vilkkaita yksityisiä teitä ja sitten erittäin hiljaisia yleisiä teitä.</p> <p>Työn suorittajan tulisi voida raportoida suoraan tilaajalle, voisi jättää muutaman työvaiheen pois. Olisi valtava kustannussäästö. Sama henkilö voisi työn yhteydessä tehdä tarkistuksia, mutta nyt on työtekijä, tarkastuksen tekijä ja konsultti, joka valvoo, onko työ tehty. Turhaa työtä pitäisi pyrkiä välttämään.</p> <p>Teiden laatuvaatimukset voisi olla myös tienkäyttäjien saatavilla kuvien kera, jotta voisivat suunnitella reittejensä niiden mukaan.</p>	<p>Pitäisi olla järjestelmällistä omaisuuden hallintaa, pystyttäisiin tekemään kunnollinen kunnossapito-ohjelma eikä vain tulipalojen samuttamista, osattaisiin kohdentaa rahat oikein ja rahantarve olisi helpompi perustella</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- siltojen osalta mennään ohjelman mukaan jo nyt, ei pelkästään sammutella</li> <li>- mahdollisimman vähän kentällä valvomista, pitäisi saada tieto helpommin</li> <li>- ylimääräinen käyttäminen pitäisi voida jättää pois</li> <li>- ei tarvi luottaa urakoitsijan sanaan</li> <li>- ei toimitettaisi määrätieto urakoitsijoille, vaan voitaisiin toimittaa historiatieto</li> </ul>	<p>Epäilyä on, että tiedot rakentamisesta ei vieläkään siirry ylläpitoon vaan tiedot haetaan edelleen suunnitelmista.</p>	<p>Yleinen tiedonsiirtostandardi, josta pystyttäisiin luomaan katseluohjelma. Tiedot olisivat sähköisessä muodossa. Tiedot sisältäisivät myös kolmansien osapuolien tiedot.</p> <p>Tiedon avoimuus on oleellista. Avoimuuden ongelmana on se, ettei tiedetä mitä tietoja hyödynnetään ja mitä tietoja yleensäkkään on.</p> <p>Rakennushankkeiden tiedonsiirto pitäisi saada suoraan tierekisteriin. Rakennusurakoiden jälkeen inventoidaan tierekisteriin aina tiedot uudestaan.</p>
<p><b>muita haastatteluissa esiin tulleita asioita</b></p>	<p>Liikennevirastossa on erilaisia pilotteja käynnissä, kuten kunnossapidon suunnittelun hallintajärjestelmän määrittely ja vaihdetietojen piilotointi.</p> <p>Tarvitaisiin yhteinen ohjelmistoriippumaton foorumi, jossa käsitellä näitä asioita.</p> <p>Kuka omistaa tietokannat, kunnossapitäjä vai tilaaja?</p> <p>Tietojen tulisi olla avointa ja kaikkien käytössä, sillä se on verorahoilla maksettua tietoa.</p> <p>Urakoitsijalta saadaan rajallisesti tietoa, teknisen tiedon irrottaminen on usein vaikeaa.</p>	<p>Liikennevirastossa pitäisi saada johto saman pöydän ääreen, jossa päätettäisiin, kuka vetää mitkin projektia. Tällä hetkellä on menossa liikaa päällekkäisiä projekteja. Ratatietoon liittyviä hankkeita on menellään useita ja jossain vaiheessa pitäisi olla vain yksi tietovarasto, johon tietoa kerätään ja säilytetään. Pitäisi keskittyä yhteen asiaan kerrallaan eikä tehdä vähän joka suuntaan.</p> <p>Tilaajan pitäisi muodostaa kokonaisarkkitehtuurinen kuva, jolloin ei synny montaa tietomallia ja eri järjestelmää.</p> <p>Tiepuolella on ollut samat ongelmat kuin ratapuolella on tällä hetkellä. Ratapuolesta tekee hankalan se, että on paljon erilaisia laitteita, kuten turvalaitteet, jotka sisältävät paljon tietoa.</p>	<p>Ohjelmistoissa on hyvin vähän mietitty sitä, onko tieto relevanttia. Tarpeet vaihtelevat henkilöittäin ja mallista voikin olla hankala saada irti pieniä määriä tietoja.</p> <p>Miten malli saadaan tallennettua siten, että siitä voidaan hyödyntää arkistoon/rekistereihin? Maften malliin saadaan tuotus sekä tarkastus- että havainnointitieto?</p> <p>Pitäisi tehdä analyysi siitä, kun hankkeessa syntyy paljon tietoa ja sitä ruvetaan tallentamaan. Mikä on tiedon hyödyntämistas?</p>	<p>-</p>	<p>Kustannussäästöjen osoittaminen on haastavaa. Kehitys on kuitenkin menossa tilaajan näkökulmasta hyvään suuntaan, kun mennään rahat edellä.</p> <p>Urakoitsijat eivät halua luovuttaa tilaajalle kustannusrakennetietoja. Vaatii määritellyt sopimuksiin sitä, mitä pitää tilaajalle toimittaa.</p> <p>Kunnossapitäjien vaihtuvuus vaatii järjestelmän toimittajilta sitä, että eri järjestelmät voivat ottaa vastaan toistensa tietoa.</p> <p>Pitkä työhistoria on asiantuntijan päässä, dokumentointi on usein puutteellista.</p> <p>Haasteita on paljon. Eri järjestelmiä on kuitenkin kehitteillä.</p>	<p>Kaupungilla on käytössä IRIS-järjestelmä, jota ei ole osattu hyödyntää tarpeeksi. Sinne voisi tallentaa tietoa mm. varusteista ja niiden huoltovalteista.</p>	<p>Urakoitsijoiden kohdalla on havaittu muutosvastarintaa tilaajan uudistuksia kohtaan. Tiedoissa ja tietomalleissa tulisi olla avoin tieto, josta urakoitsijat voisivat hyödyntää ja jalostaa tietoa. Tietoa tulisi myös ylläpitää urakoitsijan toimesta.</p> <p>Tarvitaan selkeä näkemys tilaajan tahtotilasta.</p>





